



**Susana  
Morgado Ré**

**Poluição Atmosférica e Saúde - O contributo da  
Farmacologia**





**Susana  
Morgado Ré**

**Poluição Atmosférica e Saúde - O contributo da  
Farmacologia**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Saúde e Risco Ambiental, realizada sob a orientação científica da Doutora Myriam Lopes, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Carlos Alberto Diogo Soares Borrego**

Professor Catedrático do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Nuno Manuel Barreiros Neuparth**

Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa

**Prof. Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes**

Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientadora)

## agradecimentos

À Professora Myriam Lopes, minha orientadora, pela disponibilidade e colaboração na discussão e revisão desta tese, e pelo incentivo e apoio prestados.

À empresa IMS<sup>®</sup> (International Medical Statistics Health Incorporated) pelo fornecimento da base de dados de consumo de medicamentos, que possibilitou a realização do presente estudo.

À minha família, em especial pais e avós pela compreensão que sempre demonstraram e pelo tempo de qualidade que deixei de lhes proporcionar.

Aos meus amigos pelo suporte e carinho que sempre demonstraram ao longo desta minha jornada, em especial ao David pela colaboração na conclusão da tese, e à Ana, Ricardo e Inês pela motivação prestada durante todo o desenvolvimento da dissertação.

## palavras-chave

Poluição atmosférica, ambiente, saúde humana, exposição humana, medicamentos, poluentes atmosféricos, doenças respiratórias

## resumo

O presente trabalho aborda a relação entre a exposição humana à poluição atmosférica e as consequências desta na saúde respiratória das populações. O trabalho explora a hipótese de que o consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos pode ser adequado para estudar os efeitos da poluição atmosférica na saúde da população residente. Pretendeu-se ainda investigar se a exposição da população aos factores ambientais, *Poluição Atmosférica e Factores Climatéricos* contribui para explicar possíveis flutuações na prescrição ou utilização de medicamentos do foro respiratório, nomeadamente de alguns broncodilatadores e antiasmáticos (hipótese colocada) e se as relações encontradas entre a qualidade do ar e a utilização de medicamentos são causais ou aleatórias. O estudo pretendeu ser de carácter exploratório. Usou-se a metodologia de um estudo ecológico e aplicaram-se tratamentos estatísticos baseados na correlação e regressão linear de séries mensais de poluentes (Ozono, Dióxido de Azoto, e Partículas), de variáveis meteorológicas (temperatura e humidade) (as variáveis independentes) e de consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos (variável dependente), para o período de 2003-2007, e para catorze concelhos de Portugal continental.

Os resultados obtidos não permitiram verificar as hipóteses colocadas, embora as correlações estatísticas encontradas fossem significativas para a maior parte das localidades. A variável explicativa mais relevante, em todas as localidades é a *temperatura mínima*. Existem associações positivas (intervalo de confiança de 95%) entre o *consumo de medicamentos* e o *dióxido de azoto e partículas*, para a maioria das localidades.

**keywords**

Atmospheric pollution, environment, human health, human exposure, medication, atmospheric pollutants, respiratory diseases

**abstract**

This assignment covers the relation between human exposure to atmospheric pollution and its consequences in respiratory health of populations. This work explores the hypothesis that the consumption of bronchodilator and antiasthmatic medication is adequate to study the effects of atmospheric pollution on the health of the population. It was also intended to investigate whether the exposition of the population to the environmental factors, *Atmospheric Pollution* and *Weather Conditions* contributes to explain possible fluctuations in the prescription or use of respiratory-related medication, namely some bronchodilators and antiasthmatic (raised possibility) and whether the relations found between the air quality and the use of medication are casual or random. Bearing in mind that type of association has not yet been studied; the study intended to be of exploratory nature. The methodology of an ecological study was used and statistical treatments were applied based on the linear correlation and regression of monthly series of pollutants (Ozone, Nitrogen Dioxide, and Particles), from meteorological variables (temperature and humidity) (the independent variables) and of consumption of bronchodilator and antiasthmatic medication (dependent variable), for the period of 2003-2007, and for fourteen councils of the Portuguese continent.

The results obtained did not allow for the verification of the raised possibility, although the statistical correlations found were significant for most localities. The most relevant explicative variable, in all councils is the *minimum temperature*. There are positive associations (Confidence Interval of 95%) between consumption of medication and the nitrogen dioxide and particles, for most of the councils.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Lista de figuras.....  | 1  |
| Lista de tabelas .....                                       | 3  |
| 1 Introdução .....   | 5  |
| 2 Poluição Atmosférica e Saúde .....                         | 9  |
| 2.1 Poluentes, sua origem e caracterização .....             | 9  |
| 2.1.1 Partículas.....  | 11 |
| 2.1.2 Ozono .....  | 15 |
| 2.1.3 Óxidos de Azoto .....                                  | 15 |
| 2.1.4 Dióxido de Enxofre .....                               | 16 |
| 2.1.5 Monóxido de Carbono .....                              | 17 |
| 2.1.6 Benzeno .....  | 17 |
| 2.2 Exposição Humana à Poluição atmosférica .....            | 19 |
| 2.3 Efeitos da Poluição atmosférica na saúde .....           | 22 |
| 2.4 Poluição atmosférica e Doenças respiratórias .....       | 28 |
| 2.4.1 Asma e Poluição atmosférica.....                       | 31 |
| 2.4.2 Epidemiologia das Doenças Crónicas Respiratórias ..... | 32 |
| 2.4.3 O Caso Português.....                                  | 34 |
| 2.4.4 Terapêutica das doenças crónicas respiratórias.....    | 39 |
| 2.5 Ambiente e Saúde – Programas e Planos Estratégicos ..... | 45 |
| 2.5.1 A nível Internacional .....                            | 45 |
| 2.5.2 A nível Comunitário .....                              | 48 |
| 2.5.3 A nível Nacional .....                                 | 51 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 3     | Metodologia .....  | 53  |
| 3.1   | Justificação e objectivos do estudo .....  | 53  |
| 3.2   | Hipóteses de investigação .....  | 54  |
| 3.3   | Desenho do estudo .....  | 54  |
| 4     | Caracterização das bases de dados utilizadas.....  | 58  |
| 4.1   | Vendas de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos .....                                   | 58  |
| 4.2   | Dados de Saúde .....   | 61  |
| 4.3   | Dados de Qualidade do Ar.....  | 67  |
| 4.4   | Dados Meteorológicos .....   | 77  |
| 5     | Consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos em Portugal .....                      | 81  |
| 5.1   | Análise Nacional .....   | 81  |
| 5.2   | Análise por localidade.....  | 86  |
| 6     | Análise Correlacional entre Consumo de medicamentos, Variáveis ambientais e de Saúde .....       | 91  |
| 6.1   | Componente de Saúde .....  | 91  |
| 6.2   | Componente Ambiental .....   | 99  |
| 6.3   | Componente de Saúde e Ambiente .....   | 104 |
| 6.3.1 | Variável dependente – Consumo de medicamentos médio <i>per capita</i> ..                         | 105 |
| 6.3.2 | Variável dependente – Consumo de medicamentos médio <i>per capita</i> na população sensível..... | 109 |
| 6.4   | Regressão Linear Múltipla .....  | 110 |
| 7     | Conclusões.....  | 113 |
|       | Referências Bibliográficas.....  | 117 |
|       | Anexos .....   | 127 |



# LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1: ESQUEMA REPRESENTATIVO DA EXPOSIÇÃO HUMANA À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....  | 20 |
| FIGURA 2: CONSIDERAÇÕES TERAPÊUTICAS DA ASMA (RETIRADO DE BOUSQUET <i>ET AL.</i> , 2002) .....  | 40 |
| FIGURA 3: TAXA DE MORTALIDADE POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (ÓBITOS/100 000 HABITANTES) E .....   | 65 |
| FIGURA 4: ZONAS E AGLOMERAÇÕES DO TERRITÓRIO PORTUGUÊS (RETIRADO DE QUALAR, 2009) .....   | 68 |
| FIGURA 5: MAPAS DE TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DO AR EM JANEIRO DE 2007 (RETIRADO DE<br>INSTITUTO DE METEOROLOGIA, 2008) .....   | 77 |
| FIGURA 6: MAPA DE PRECIPITAÇÃO TOTAL EM JANEIRO DE 2007 COM AS LOCALIDADES DO ESTUDO<br>(ADAPTADO DO INSTITUTO DE METEOROLOGIA, 2008) .....   | 78 |
| FIGURA 7: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DA ESTARREJA (2003-2007) .....  | 79 |
| FIGURA 8: GRÁFICO DO CONSUMO MÉDIO DE MEDICAMENTOS BRONCODILATADORES E ANTIASMÁTICOS<br><i>PER CAPITA</i> A NÍVEL NACIONAL (EVOLUÇÃO ANUAL) .....                                       | 81 |
| FIGURA 9: GRÁFICO DO CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO <i>PER CAPITA</i> POR GRUPO ANATÓMICO<br>DURANTE O PERÍODO DOS CINCO ANOS (2003-2007) .....  | 82 |
| FIGURA 10: GRÁFICO DO CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO <i>PER CAPITA</i> POR SUBGRUPO ANATÓMICO<br>A NÍVEL NACIONAL AO LONGO DOS CINCO ANOS.....   | 82 |
| FIGURA 11: CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO MENSAL <i>PER CAPITA</i> NACIONAL E CONSUMO DE<br>MEDICAMENTOS MÉDIO NA POPULAÇÃO MAIS SENSÍVEL (CPCAP2) (MÉDIA MENSAL DOS CINCO<br>ANOS)..... | 84 |
| FIGURA 12: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS DIFERENTES GRUPOS<br>TERAPÊUTICOS (MÉDIA DE CINCO ANOS).....   | 84 |
| FIGURA 13: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS ESTIMULANTES B-2<br>SISTÉMICOS.....  | 85 |
| FIGURA 14: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS ESTIMULANTES B-2 LONGA<br>ACÇÃO INALADORES .....   | 85 |
| FIGURA 15: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS ESTIMULANTES B-2 CURTA<br>ACÇÃO INALADORES .....   | 85 |
| FIGURA 16: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS CORTICOSTERÓIDES<br>INALADORES .....   | 85 |
| FIGURA 17: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DOS ANTILEUCOTRIENOS .....   | 85 |
| FIGURA 18: GRÁFICO DO CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO <i>PER CAPITA</i> POR LOCALIDADE (2003-<br>2007) .....  | 87 |
| FIGURA 19: GRÁFICO DO CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO <i>PER CAPITA</i> POR LOCALIDADE/ANO .....  | 87 |
| FIGURA 20: GRÁFICO DO CONSUMO DE MEDICAMENTOS MÉDIO <i>PER CAPITA</i> POR LOCALIDADE/MÊS .....  | 88 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 21: GRÁFICO DO CONSUMO MÉDIO DE MEDICAMENTOS POR LOCALIDADE (2003-2007) NA<br>POPULAÇÃO MAIS SENSÍVEL.....   | 88  |
| FIGURA 22: PERFIL DO CONSUMO PER CAPITA DE MEDICAMENTOS E TAXA DE INTERNAMENTO POR<br>DOENÇA RESPIRATÓRIA POR LOCALIDADE.....                               | 96  |
| FIGURA 23: GRÁFICO DE DISPERSÃO E RECTA DE REGRESSÃO DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DE<br>MEDICAMENTOS E DA TAXA DE INTERNAMENTO POR DOENÇA RESPIRATÓRIA..... | 96  |
| FIGURA 24: GRÁFICO DE DISPERSÃO E RECTA DE REGRESSÃO DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DE<br>MEDICAMENTOS E MÉDICOS/1000HABITANTES.....                          | 97  |
| FIGURA 25: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DOS POLUENTES (MÉDIA DOS CINCO ANOS PARA TODAS AS<br>LOCALIDADES).....  | 103 |
| FIGURA 26: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DO ALANDROAL (2003-2007).....                            | 129 |
| FIGURA 27: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE ALCOUTIM (2003-2007).....                             | 129 |
| FIGURA 28: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DA AMADORA (2003-2007) .....                             | 130 |
| FIGURA 29: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DA CHAMUSCA (2003-2007).....                             | 130 |
| FIGURA 30: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE FARO (2003-2007) .....                                | 130 |
| FIGURA 31: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE LEIRIA (2003-2007) .....                              | 131 |
| FIGURA 32: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE LISBOA (2003-2007).....                               | 131 |
| FIGURA 33: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE MAIA (2003-2007) .....                                | 131 |
| FIGURA 34: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DO PORTO (2003-2007) .....                               | 132 |
| FIGURA 35: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE SANTIAGO DO CACÉM (2003-2007).....                    | 132 |
| FIGURA 36: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE SETÚBAL (2003-2007) .....                             | 132 |
| FIGURA 37: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE SINES (2003-2007) .....                               | 133 |
| FIGURA 38: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO MENSAL DA TEMPERATURA MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO TOTAL NO<br>CONCELHO DE SINES (2003-2007) .....                               | 133 |

# LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1: EFEITOS NA SAÚDE POTENCIALMENTE RELEVANTES PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA<br>POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA (ADAPTADO DE OMS, 2001) .....  | 22 |
| TABELA 2: EFEITOS NA SAÚDE DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO A CURTO E A LONGO PRAZO ÀS PARTÍCULAS,<br>OZONO E DIÓXIDO DE AZOTO. (ADAPTADO DE OMS, 2001) .....  | 24 |
| TABELA 3: EPISÓDIOS DE DOENÇA RESPIRATÓRIA EM AMBULATÓRIO -RETIRADO DE RELATÓRIO DO<br>OBSERVATÓRIO NACIONAL DAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS 2006 (FONTE: RELATÓRIO ANUAL GDHS,<br>INSTITUTO DE GESTÃO INFORMÁTICA E FINANCEIRA DA SAÚDE, 2005) .....  | 35 |
| TABELA 4: MOVIMENTO HOSPITALAR DE DOENTES COM DPOC EM 2004-2005.....   | 38 |
| TABELA 5: TERAPÊUTICA DA ASMA (ADAPTADO DE <i>GLOBAL STRATEGY FOR ASTHMA MANAGEMENT AND<br/>PREVENTION</i> , 2006) .....   | 41 |
| TABELA 6: TABELA COMPARATIVA DE VALORES LIMITE DE QUALIDADE DO AR DEFINIDOS PARA ALGUNS<br>POLUENTES (CONCENTRAÇÕES MÉDIAS NO PERÍODO DE TEMPO REFERIDO) .....   | 47 |
| TABELA 7: MEDICAMENTOS INCLUÍDOS NA BASE DE DADOS.....   | 60 |
| TABELA 8: EVOLUÇÃO AO LONGO DOS ANOS DA POPULAÇÃO RESIDENTE E DA POPULAÇÃO MAIS SENSÍVEL<br>(<14 ANOS E >65 ANOS) PARA O PERÍODO DO ESTUDO (2003-2007) .....   | 60 |
| TABELA 9: INDICADORES DE SAÚDE .....   | 62 |
| TABELA 10: TAXA DE MORTALIDADE PADRONIZADA (BRONQUITE CRÓNICA, BRONQUITE NÃO<br>ESPECIFICADA, ENFISEMA E ASMA (J40-J43) POR SUB-REGIÕES DE SAÚDE (2003, 2004 E 2005).<br>RETIRADO DE ELEMENTOS ESTATÍSTICOS: INFORMAÇÃO GERAL: SAÚDE 2003, 2004 E 2005 DIRECÇÃO<br>DE SERVIÇOS DE EPIDEMIOLOGIA E ESTATÍSTICAS DE SAÚDE, DIVISÃO DE ESTATÍSTICAS DE SAÚDE .. | 65 |
| TABELA 11: ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR UTILIZADAS NO ESTUDO .....   | 70 |
| TABELA 12: NÚMERO DE CASOS VÁLIDOS PARA CADA UM DOS POLUENTES POR LOCALIDADE .....   | 71 |
| TABELA 13: ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS VALORES DAS VARIÁVEIS “POLUENTES” POR LOCALIDADE TENDO<br>EM CONTA O PRIMEIRO CRITÉRIO - VARIÁVEIS INDEPENDENTES A.....  | 72 |
| TABELA 14: ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS VALORES DAS VARIÁVEIS “POLUENTES” POR LOCALIDADE TENDO<br>EM CONTA O SEGUNDO CRITÉRIO - VARIÁVEIS INDEPENDENTES B.....   | 73 |
| TABELA 15: VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO PERÍODO 2003-2007.....   | 78 |
| TABELA 16: ANÁLISE DESCRITIVA DOS VALORES DA VARIÁVEL CONSUMO MÉDIO MENSAL <i>PER CAPITA</i><br>(2003-2007) PARA OS CATORZE CONCELHOS DO ESTUDO.....   | 86 |
| TABELA 17: VALORES MÉDIOS DOS CINCO ANOS (2003-2007) DAS VARIÁVEIS DE SAÚDE POR LOCALIDADE   | 91 |
| TABELA 18: VARIÁVEIS POTENCIALMENTE CONDICIONANTES DO CONSUMO <i>PER CAPITA</i> DE<br>MEDICAMENTOS POR LOCALIDADE.....   | 92 |
| TABELA 19: MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DE SAÚDE .....  | 93 |
| TABELA 20: MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DE SAÚDE POR LOCALIDADE .....   | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 21: CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DE SAÚDE.....  | 97  |
| TABELA 22: MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS POR LOCALIDADE .....  | 99  |
| TABELA 23: PARÂMETROS ESTATÍSTICOS QUE DEMONSTRAM A VARIAÇÃO DO CONSUMO DE<br>MEDICAMENTOS <i>PER CAPITA</i> MÉDIO MENSAL COM A TEMPERATURA MÍNIMA MENSAL,<br>PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL E POLUENTES ATMOSFÉRICOS (VARIÁVEIS INDEPENDENTES A E<br>VARIÁVEIS INDEPENDENTES B) .....  | 105 |
| TABELA 24: PARÂMETROS ESTATÍSTICOS QUE DEMONSTRAM A VARIAÇÃO DO CONSUMO DE<br>MEDICAMENTOS <i>PER CAPITA</i> MÉDIO MENSAL NA POPULAÇÃO MAIS SENSÍVEL (CRIANÇAS E IDOSOS)<br>COM A TEMPERATURA MÍNIMA MENSAL, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL E POLUENTES<br>ATMOSFÉRICOS (VARIÁVEIS INDEPENDENTES A E VARIÁVEIS INDEPENDENTES B) ..... | 109 |

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo o cientista social Dunlap (2000), do ponto de vista histórico e sociológico os problemas ambientais foram passando de locais a globais sendo que ninguém lhes pode escapar ou ficar indiferente. As consequências dos problemas para a saúde humana também foram aumentando. Há umas décadas atrás as preocupações relativamente à saúde tinham em linha de conta apenas os indivíduos que estavam expostos a acidentes industriais graves, os que moravam junto de um rio poluído ou de uma lixeira, mas hoje, um problema como a depleção da camada de ozono, ou as alterações climáticas pode afectar uma população inteira. A atmosfera da terra é um recurso natural partilhado por todos os seres vivos, não existindo fronteiras, pelo que os efeitos negativos sobre esta são sentidos globalmente.

Ao longo dos séculos a sociedade humana tornou-se cada vez mais dependente do consumo de energia para as suas actividades e esse aumento está intimamente relacionado com o aumento das emissões para a atmosfera. Estes poluentes são contaminantes constituintes de fumos, poeiras, gases e vapores susceptíveis de alterar a qualidade do ar, criando prejuízo às populações e ao ambiente em geral, ao modificarem o ambiente da terra.

Os riscos para a saúde começaram a ser evidentes quando episódios de poluição atmosférica extrema eram acompanhados por um grande e evidente impacto na mortalidade e morbilidade. Alguns desses episódios como o *smog* de Londres em 1952, o episódio em *Meuse Valley* na Bélgica em 1930 ou o *smog* de *Donora*, EUA em 1948, atraíram a apreensão do público e deram a origem aos primeiros estudos epidemiológicos e aos primeiros actos políticos, que desencadearam o alerta, a investigação e a tentativa de mitigação do problema deste tipo de poluição (Schwartz e Dockery, 1992; Brunekreef, 1997).

Ciências como a toxicologia, microbiologia e epidemiologia contribuem para o conhecimento da relação entre a poluição atmosférica e a saúde, no entanto é necessário deixar claro que estas ciências não respondem de forma clara e directa, se todas as associações postuladas e observadas entre as consequências da poluição e os efeitos na saúde, assim como os mecanismos envolvidos, são relevantes. (Künzli, 2002)

Durante a última década os diversos estudos epidemiológicos efectuados na Europa e no resto do mundo mediram os aumentos da mortalidade e morbilidade associados à poluição atmosférica (Brunekreef, 1997). A Organização Mundial de Saúde calcula que anualmente morram 800 000 pessoas devido aos efeitos da poluição atmosférica (OMS, 2008). A nível europeu estimativas recentes indicam que vinte milhões de cidadãos sofram problemas respiratórios diariamente (Projecto EUGLOREH, 2007). Em Portugal calcula-se que a mortalidade secundária à poluição atmosférica atinja os 4.000 casos por ano [COM (2005) 0446] (ONDR, 2007).

As doenças respiratórias têm vindo a adquirir uma importância cada vez maior, quer pelo aumento da sua prevalência e morbilidade, quer pelo seu crescente peso económico, resultado de custos directos (custos com serviços de saúde, medicamentos, entre outros) e indirectos (redução da capacidade de trabalho, morte prematura, entre outros). No caso particular da asma, os custos da medicação representam cerca de um terço do total dos custos directos (SPAIC, 2000; Bousquet *et al*, 2007). Tendo por base as Estatísticas do Medicamento elaboradas pelo INFARMED, de 2003 a 2006, dados da despesa com broncodilatadores e anti-asmáticos, e o número de embalagens vendidas no período de 2003-2006, verifica-se que a despesa com este grupo de medicamentos cresceu. Estes custos poderão ser reduzidos se existirem alterações a nível da prevenção. (ONDR, 2007)

À medida que os diversos estudos foram surgindo, a OMS e os governos norteamericano e europeus começaram a utilizar as suas conclusões para apoio às suas decisões políticas. Mas apesar de estes estudos serem importantes para decisões que conduzam ao abatimento dos poluentes, ainda que sejam elaborados rigorosamente, os seus resultados têm de ser cuidadosamente interpretados e as suas incertezas e limitações apresentadas e explicadas. Qualquer estudo de avaliação do impacte na saúde deve ter em atenção as diversas questões metodológicas, relativas ao seu desenho e condução. A clareza nestes aspectos é um pré-requisito essencial para uma adequada interpretação dos resultados obtidos (OMS, 2000).

É sobre a premissa anterior que se desenvolve a tese de dissertação. Após um enquadramento teórico onde é abordada alguma bibliografia importante da área que relaciona Ambiente e Saúde, nomeadamente algumas estratégias internacionais, a

problemática da exposição humana à poluição e as consequências desta na saúde respiratória das populações, é feito um estudo de carácter exploratório onde se pretende analisar se o indicador de saúde “consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos” é adequado para estudar os efeitos da poluição atmosférica na saúde da população residente de catorze localidades portuguesas. Pretende-se ainda investigar se a exposição da população ao factor ambiental, *Poluição Atmosférica* contribui para explicar possíveis flutuações na prescrição ou utilização de medicamentos do foro respiratório, nomeadamente de alguns broncodilatadores e antiasmáticos. A principal hipótese do estudo é a de que o consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos será maior nas zonas que apresentam maiores níveis de poluição. Estuda-se ainda a influência das condições meteorológicas (temperatura e precipitação) no consumo de medicamentos nos catorze concelhos, e o consumo na população mais sensível (crianças e idosos). Colocam-se as hipóteses de que o consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos será maior nas épocas do ano mais frias e maior na população mais sensível (crianças e idosos) das zonas mais poluídas.

## 2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SAÚDE

### 2.1 *Poluentes, sua origem e caracterização*

Um poluente é uma qualquer substância ou grandeza física lançada para o meio ambiente em quantidade tal que possa vir a afectar o bem-estar e a saúde humana, afectar a fauna e a flora e mesmo danificar o património construído. Estes podem ser classificados como primários, se são emitidos directamente pelas fontes, ou secundários, se resultam da transformação dos primários.

Normalmente considera-se que os problemas de poluição do ar tiveram início com a revolução industrial que introduziu na sociedade humana os processos de combustão (industrial, residencial, para produção de electricidade ou mesmo o tráfego automóvel) que são hoje a base de toda a economia mundial. Da combustão resulta a emissão para a atmosfera de um conjunto variado de poluentes, como o dióxido de enxofre, os óxidos de azoto, as partículas, e o monóxido de carbono, ou seja, os poluentes primários. Os poluentes secundários são os provocados por fenómenos de transformação química na atmosfera de que são exemplo os processos fotoquímicos que levam à produção do ozono troposférico. A OMS (OMS, 2005) classifica os poluentes entre clássicos (Partículas, Monóxido de Carbono, Óxidos de Azoto, Dióxido de Enxofre e Ozono) e não clássicos (os restantes, por exemplo, os metais pesados e as dioxinas).

As substâncias poluentes poderão ter maior ou menor impacto na qualidade do ar, consoante a sua composição química, concentração na massa de ar em causa e condições meteorológicas que permitirão ou não dispersar os poluentes. Deste modo, os efeitos dos poluentes atmosféricos variam em função do tempo e das suas localizações. Podemos falar de diferentes escalas temporais e espaciais, desde uma escala episódica e localizada numa região (caso do ozono troposférico) ou de uma escala a longo prazo e global (aquecimento global do planeta e alterações climáticas).

Nos últimos vinte anos, tornou-se evidente que a qualidade do ar interior tem um importante impacto na saúde humana. Nos edifícios modernos proliferaram novos



materiais sintéticos provenientes da construção civil e mobiliário, e novos equipamentos de escritório, introduzindo significativa, porém não reconhecida, fonte de contaminação interna. Acrescenta-se a esta contaminação a proveniente dos materiais de limpeza, fotocopiadoras, ventiladores e outras máquinas, e os efluentes do corpo. Deste modo, o ar interior além de conter poluentes provenientes do exterior, possui outros poluentes com origem interior, nomeadamente o fumo do tabaco, o radão, o amianto, o dióxido de azoto e partículas provenientes da combustão de biomassa (carvão, madeira, etc.) em lareiras, fogões, caldeiras, esquentadores, e ainda outros poluentes como o benzeno e o formaldeído. A ventilação, é essencial para a mitigação do problema, uma vez que quanto menor ventilação ocorrer, maior será a concentração destes poluentes com origem interior. Atendendo a que as crianças, idosos e pessoas com doenças crónicas passam cerca de 90% do seu tempo dentro de portas, podem estar expostas a concentrações de alguns poluentes mais elevadas que no ar ambiente exterior, prejudicando enormemente a sua saúde. (Borrego *et al*, 2008; US EPA, 1995)

Apesar de a qualidade do ar interior ser importante, este trabalho focaliza nos poluentes atmosféricos clássicos e na qualidade do ar exterior, uma vez que não foi possível obter dados desagregados relacionados com o ambiente interior que pudessem ser aplicados na metodologia desenvolvida.

Para além dos poluentes considerados clássicos e dos seus efeitos, que serão alvo de abordagem de seguida, convém referir várias outras substâncias poluentes. Embora sujeitos a uma menor avaliação e monitorização, são alvo de políticas, devido aos efeitos prejudiciais conhecidos sobre a saúde humana, caso do mercúrio, do cádmio, do níquel, do benzeno, das dioxinas, dos furanos, entre outros.

Algumas substâncias inaláveis são consideradas carcinogénicas pela Agência Internacional de Investigação sobre o Cancro, tais como o benzeno, o arsénio, o cádmio, o berílio e o crómio, ou prováveis e possíveis carcinogénicas como o metilmercúrio, o chumbo, o níquel, as dioxinas e furanos, os difenilpoliclorados (PCB). Mas para além dos efeitos cancerígenos (confirmados ou prováveis), estas substâncias, em efeito combinado (também chamado efeito *cocktail*), podem ainda provocar efeitos neurológicos, hepáticos e renais, prejudicar o sistema reprodutivo e o desenvolvimento do feto, e ainda o sistema imunológico. (OMS, 2000; Pope *et al*, 2002)

Uma breve caracterização dos poluentes e alguns dos seus efeitos na saúde são descritos de seguida. Neste trabalho serão considerados apenas os efeitos dos poluentes clássicos.

### **2.1.1 Partículas**

As partículas dividem-se em primárias e secundárias, de acordo com a sua origem. As primárias resultam da emissão directa das fontes para o ambiente, e as secundárias são o resultado de processos de conversão gás-partícula na atmosfera. As fontes primárias resultam dos fenómenos naturais originados à superfície da crosta terrestre (erupções vulcânicas, incêndios), do tráfego automóvel, da queima de combustíveis fósseis e de actividades industriais, agrícolas e outras. (OMS, 1987; Vallero, 2007)

Em Portugal as partículas têm origem importante nas emissões naturais (do solo) das poeiras oriundas do Norte de África, e nos incêndios florestais. É bastante relevante também o contributo do “spray marinho” na fracção total do aerossol atmosférico, devido à extensa zona costeira.

As partículas ou aerossol atmosférico são uma mistura complexa e altamente variável de constituintes sólidos e/ou líquidos suspensos no ar, incluindo sais inorgânicos como nitratos, sulfatos e amónia, para além de conter inúmeros compostos de carbono (carbono elementar e carbono orgânico). As suas fontes podem ser antropogénicas ou naturais. As fontes naturais incluem as emissões vulcânicas, o levantamento pelo vento do solo de terrenos, incêndios florestais, formação do “spray marinho” e emissões biológicas. As fontes antropogénicas incluem as emissões derivadas de todos os processos agrícolas, industriais, de construção civil, queima de combustíveis fósseis, etc. (Vallero, 2007)

Na atmosfera é possível encontrar uma larga diversidade de partículas, quer em termos de tamanho, composição, forma e origem. A sua composição e tamanho dependem das suas fontes de emissão e processos de formação. São estes critérios que permitem classificar as partículas em diferentes grupos.

Inúmeros termos são dados para descrever as partículas, alguns baseados no tamanho e nos métodos analíticos que as permitem detectar, como “partículas suspensas totais”, “material particulado suspenso” ou “fumos negros”; outros derivados

da relação que estas possuem com a deposição no tracto respiratório: “partículas inaláveis”, “partículas torácicas” e “partículas respiráveis”.

O critério mais conveniente para a classificação das partículas é o diâmetro aerodinâmico. Este é definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão (Seinfeld e Pandis, 1997) e permite:

- Conhecer os mecanismos de transporte e suspensão das partículas no ar;
- Distingue a deposição das partículas no tracto respiratório;
- Está associado à composição química das partículas e às suas fontes emissoras.

Com base no diâmetro aerodinâmico das partículas é possível distinguir três grupos. A barreira ou limite entre partículas grosseiras e finas foi estabelecida por convenção tendo propósitos de medição. Esta é a classificação normalmente utilizada em estudos epidemiológicos (Tente, 2005):

- **PM<sub>10</sub> (partículas torácicas)** - partículas cujo diâmetro é inferior a 10 µm, são formadas pela separação mecânica de partículas sólidas maiores. Podem incluir poeiras transportadas pelo vento e originadas em processos agrícolas, actividades mineiras e de construção civil, podendo conter endotoxinas e partículas biológicas com alérgenos associados (pólen, esporos, fragmentos de plantas e insectos). O tráfego automóvel e a circulação do ar por ele provocada também podem causar a ressuspensão das poeiras. Próximo das zonas costeiras o “spray marinho” também contribui para esta fracção de partículas. São também designadas por partículas inaláveis, pois penetram no sistema respiratório, via inalação, e depositam-se nas vias aéreas superiores e pulmões. (OMS, 2005c)

- **PM<sub>2,5</sub> (partículas respiráveis ou finas)** - partículas com diâmetro inferior a 2,5 µm, normalmente de origem secundária, têm como principais constituintes nitratos ou sulfatos; Estas são formadas por reacções químicas a partir de gases existentes na atmosfera, como o dióxido de enxofre e dióxido de azoto. Um exemplo é o ácido sulfúrico resultante da oxidação na atmosfera do dióxido de enxofre, que por sua vez pode ser neutralizado por amónia formando o sulfato de amónia. Penetram mais profundamente nos brônquios, podendo chegar até à região alveolar onde se dão as trocas

gasosas, entrando no sistema sanguíneo. Estas partículas devido ao seu poder de absorção podem transportar consigo hidrocarbonetos e metais pesados. (OMS, 2005c)

- **PM<sub>0,1</sub> (Partículas ultrafinas)** - Partículas cujo diâmetro médio é inferior a 0,1 µm. Contribuem pouco para a fracção total da massa das partículas, mas possuem uma elevada área de superfície que aumenta o seu grau de penetração nos pulmões. São formadas por nucleação, que é a condensação de substâncias de baixa pressão de vapor formadas por vaporização a elevadas temperaturas ou por reacções químicas na atmosfera. Quatro classes de fontes podem originar partículas deste tipo: metais pesados (vaporização durante combustão), carbono elementar, carbono orgânico e sulfatos e nitratos. As partículas resultantes de nucleação podem crescer por processos de coagulação ou condensação. O primeiro processo consiste na combinação de duas ou mais partículas formando uma partícula maior, e o segundo processo consiste na condensação de moléculas de gás ou vapor à superfície de partículas existentes. A eficiência destes processos diminui à medida que o tamanho das partículas aumenta, pelo que existe um limite para o qual estes fenómenos deixam de ocorrer, que é aproximadamente 1 µm. Estas partículas têm ainda a característica de ao nível alveolar puderem passar para a corrente sanguínea.

O sistema respiratório possui diferentes mecanismos de defesa, que actuam à medida que as partículas se vão depositando no tracto respiratório. O primeiro deles é o espirro, desencadeado por grandes partículas que, devido ao seu tamanho, não conseguem ir além das narinas, onde acabam se depositando. Outros importantes mecanismos de defesa são a tosse e o aparelho mucociliar. As partículas que atingem as porções mais distais das vias aéreas são fagocitadas pelos macrófagos alveolares, sendo então removidas via aparelho mucociliar ou sistema linfático. (Braga *et al* 2002)

Apesar de os mecanismos bioquímicos pelos quais as partículas atmosféricas apresentam os efeitos toxicológicos não estarem devidamente esclarecidos, Bernstein *et al* (2004) avançaram com algumas hipóteses. Destacam-se a inflamação dos tecidos pulmonares induzida pelas partículas, as alterações celulares (oxidativas e por radicais livres) induzidas por metais de transição e compostos orgânicos, modificações de proteínas intracelulares, inflamações induzidas por componentes biológicos como as endotoxinas bacterianas e a inibição dos mecanismos normais de defesa.

Nos ambientes urbanos, os compostos orgânicos representam uma significativa parte do total das partículas suspensas, a maioria dos quais associados com as fracções mais pequenas. Estes compostos são produzidos durante os processos de combustão incompletos, e durante a queima de combustíveis fósseis, sendo o tráfego e a actividade industrial as fontes mais relevantes. Muitos destes compostos orgânicos, como o benzeno, os PCBs e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são biologicamente activos como agentes carcinogénicos; a fracção polar orgânica inclui componentes mutagénicos e alguns compostos policíclicos aromáticos são responsáveis por distúrbios na respiração, alterações genéticas e tumores.

Pope *et al* (2002) concluíram que existem fortes evidências de que a exposição a longo prazo à poluição por partículas, comum em áreas urbanas, consiste num importante factor de risco para a mortalidade cardiopulmonar. Um estudo epidemiológico abrangente (ARIES-Aerosol Research Inhalation Epidemiological Study) veio demonstrar que diferentes compostos químicos parecem estar relacionados com diferentes doenças. Deste modo, a fracção PM<sub>2,5</sub> com os componentes de carbono orgânico parecem estar mais relacionados com efeitos cardiovasculares, enquanto a fracção PM<sub>10</sub> estaria mais relacionada com efeitos respiratórios. (Tolbert *et al* 2000)

Ainda de acordo com Donaldson *et al* (2000), as PM<sub>10</sub> constituem um risco acrescido para a asma, enquanto que as PM<sub>2,5</sub> contribuem para um aumento da mortalidade e morbilidade por doenças respiratórias e cardiovasculares.

Segundo os estudos epidemiológicos mais recentes não existe nenhum valor mínimo ou limiar de concentração a partir do qual não se registem efeitos na saúde. Assim, e partindo do princípio de que existe uma enorme variabilidade inter-individual na exposição e na resposta a essa mesma exposição, a OMS (OMS, 2005b) considera nas suas “guidelines”, que não existe nenhum valor guia hipotético, capaz de conduzir a uma total protecção de todos os indivíduos.

Os mais recentes conhecimentos científicos revelam que os principais riscos para a saúde não residem nas partículas maiores, mas sobretudo nas mais finas (PM<sub>2,5</sub>) (Dockery *et al*, 1993; Schwartz *et al.*, 1996). De acordo com um relatório da Agência Europeia do Ambiente (Agência Europeia do Ambiente, 2005), vários estudos concluem que as partículas finas (PM) são hoje o principal poluente a causar mortes na

Europa. Por esta razão, a Agência Europeia Do Ambiente considera necessária uma monitorização desta fracção.

### **2.1.2 Ozono**

Ao contrário do ozono estratosférico que possui um papel importante para a vida no nosso planeta, absorvendo os raios ultravioleta, o ozono troposférico é um poluente importante. Este gás oxidante não é emitido, sendo considerado um poluente secundário, formado através de uma cadeia complexa de reacções químicas envolvendo a luz solar, os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis (COVs). O ozono e os seus precursores podem ser transportados a grandes distâncias podendo ocorrer picos em locais muito afastados das fontes emissoras (veículos automóveis, indústrias, etc.). Normalmente os seus níveis são mais elevados no Verão e durante a tarde, pois dias com grande luminosidade, temperaturas elevadas e grande estabilidade á superfície favorecem a sua formação, uma vez que há uma menor dispersão dos poluentes aumentando a probabilidade dos precursores reagirem entre si.

Desde 1851, altura em que foi realizada a síntese do ozono, que é conhecida a sua capacidade para atingir as porções mais distais das vias aéreas e aí causar lesões celulares. Dado o seu poder oxidante e altamente reactivo, este composto é tido como um irritante pulmonar. Este gás reduz a função pulmonar em indivíduos que praticam exercício físico quando expostos a concentrações maiores que 0,30 ppmv.

A exposição aguda está relacionada com a inflamação das vias aéreas, e exposição crónica a altas concentrações induz hiperreactividade das mesmas. Os sintomas incluem tosse e dificuldade na respiração. Os decréscimos na função pulmonar são sentidos em maior grau nas pessoas que sofrem de asma e DPOC, e níveis elevados podem conduzir à morte. (Ayres, 2006)

### **2.1.3 Óxidos de Azoto**

Os óxidos de azoto incluem o óxido nítrico (NO) e o óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), sendo este último um gás castanho de odor forte. Resulta da oxidação pelo ar do óxido nítrico, desencadeada pela luz solar, sendo um intermediário entre a emissão de óxido de azoto e a formação de ozono. É também um precursor do ácido nítrico, componente do aerossol atmosférico responsável pela acidificação. É libertado predominantemente

durante a combustão de biomassa, por veículos motorizados, centrais eléctricas e processos industriais.

O NO<sub>2</sub> é um gás oxidante de baixa solubilidade. Uma vez inalado mais de 60% do gás, deposita-se na região centro-acinar. É irritante para os pulmões e diminui a resistência às infecções respiratórias. Os efeitos decorrentes da exposição aguda ainda não são bem conhecidos, mas a exposição continuada ou crónica a níveis relativamente elevados pode provocar tendência para problemas respiratórios em crianças e grupos de risco como os asmáticos. Já no adulto, a variabilidade de resultados é grande. (Ayres, 2006)

#### **2.1.4 Dióxido de Enxofre**

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) tem a sua origem geralmente na queima de combustíveis fósseis, cada vez menos utilizados nas cozinhas, mas consumidos em grandes quantidades pelas centrais eléctricas. Este é geralmente o precursor do ácido sulfúrico e de outros sulfatos, componentes do aerossol atmosférico que estão associados aos processos de acidificação de lagos e rios, danos em infra-estruturas, redução de visibilidade e efeitos adversos sobre a saúde.

Os seus níveis estão habitualmente relacionados com os das partículas e com uma maior mortalidade e morbilidade por doenças respiratórias, particularmente a asma brônquica e a bronquite crónica.

Devido à sua elevada solubilidade, este gás é absorvido ao nível das membranas mucosas do nariz e do tracto respiratório. A exposição a concentrações elevadas de SO<sub>2</sub> provoca alteração das defesas do sistema respiratório e agravamento das doenças cardiovasculares.

Os seus níveis foram reduzidos drasticamente nas últimas décadas, devido a medidas drásticas como a dessulfuração dos combustíveis, pelo que actualmente é o poluente que causa menos preocupações. (Brunekreef, 1997; Vallero, 2007)

### **2.1.5 Monóxido de Carbono**

É um gás incolor e inodoro. As maiores fontes de monóxido de carbono são as combustões incompletas associadas ao tráfego automóvel, queima de biomassa, incêndios florestais e alguns processos industriais.

A exposição humana a este composto causa envenenamento. Dependendo da sua concentração no ar ambiente os sintomas sentidos podem ir de ligeiras dores de cabeça até à morte. O CO dissolve-se no sangue, ligando-se à molécula transportadora de oxigénio, a hemoglobina, formando um complexo denominado de carboxi-hemoglobina. Ocorre uma redução da absorção de oxigénio pelos órgãos vitais, podendo então levar à falência. (Ayres, 2006)

### **2.1.6 Benzeno**

O benzeno é um composto aromático que à temperatura ambiente é um líquido volátil, estável e incolor. É altamente inflamável e pouco solúvel em água, sendo miscível com a maior parte dos solventes orgânicos. As suas principais fontes, para além das indústrias que o produzem e transformam (fábricas de produtos químicos, petroquímicas) são o tráfego automóvel e sobretudo o fumo do tabaco em espaços fechados, sendo um dos poluentes mais importantes quando falamos de poluição de espaços interiores.

O benzeno produz um considerável número de efeitos biológicos agudos como irritação da pele e das vias respiratórias, e a sua actividade como anestésico pode conduzir à depressão do sistema nervoso central com perda da consciência e arritmias cardíacas, fadiga, dor de cabeça, tonturas, conduzindo à morte. A exposição crónica pode resultar na depressão da medula óssea com anemia, leucopenia e trombocitopenia. Este tipo de exposição pode também desencadear uma resposta carcinogénica desenvolvendo leucemia, e outros cancros. (URL1)

A gestão da qualidade do ar implica a definição de uma política para o recurso “Ar”, e a escolha simultaneamente dos objectivos e dos meios que permitam pôr em prática essa política. Os instrumentos de política ambiental, como normas de emissão,



inventários de emissões, padrões de qualidade do ar, entre tantos outros são vias para atingir os objectivos definidos. O quadro legislativo actual nacional para avaliação, controlo e gestão da qualidade do ar, é constituído por um conjunto de diplomas legais resultantes da transposição de cinco directivas comunitárias: a Directiva-Quadro da Qualidade do Ar (96/62/CE), também denominada de directiva mãe, e quatro directivas baseadas nesta, também designadas de Directivas-filhas.

## ***2.2 Exposição Humana à Poluição atmosférica***

Ciências como a epidemiologia e a toxicologia, contribuem para o conhecimento da relação entre a poluição atmosférica e a saúde. A epidemiologia é a ciência que estuda a distribuição e os determinantes de saúde e doença nas populações, e o desenvolvimento de estratégias para melhorar a saúde e a produtividade nessas populações. Toxicologia é o estudo das interações entre químicos (ou misturas deles) e sistemas biológicos de forma a determinar quantitativamente o potencial dos químicos para produzirem efeitos adversos nos organismos.

A exposição descreve a interação entre o ambiente e um ser vivo, implicando um contacto entre um agente físico, químico ou biológico e um corpo, através de diferentes vias (respiratória, dérmica, oral, etc.). A concentração da exposição diz respeito à concentração de um composto existente no meio ambiente, no momento em que contacta com o corpo desse indivíduo (IPCS, 2000).

A exposição tem duas dimensões: intensidade e duração. Os efeitos tóxicos dependem sempre da concentração dos poluentes na atmosfera, do tempo de exposição e da sua composição química. Esta exposição pode fazer-se de uma forma crónica ou aguda. Diz-se que a exposição é crónica quando ocorre repetidamente durante um longo período de tempo podendo ir até vários anos, e aguda, quando ocorre num período de tempo curto, de algumas horas ou dias com concentrações elevadas de poluentes. Há também que ter em consideração que características individuais como o sexo, idade, estado físico, estado de doença, estado nutricional e factores genéticos, modificam o efeito dos factores ambientais. Conceitos como exposição e dose, ou curva dose-resposta são primordiais em epidemiologia e toxicologia. Fala-se de dose quando o agente penetra no corpo do indivíduo e causa efeitos sobre este.

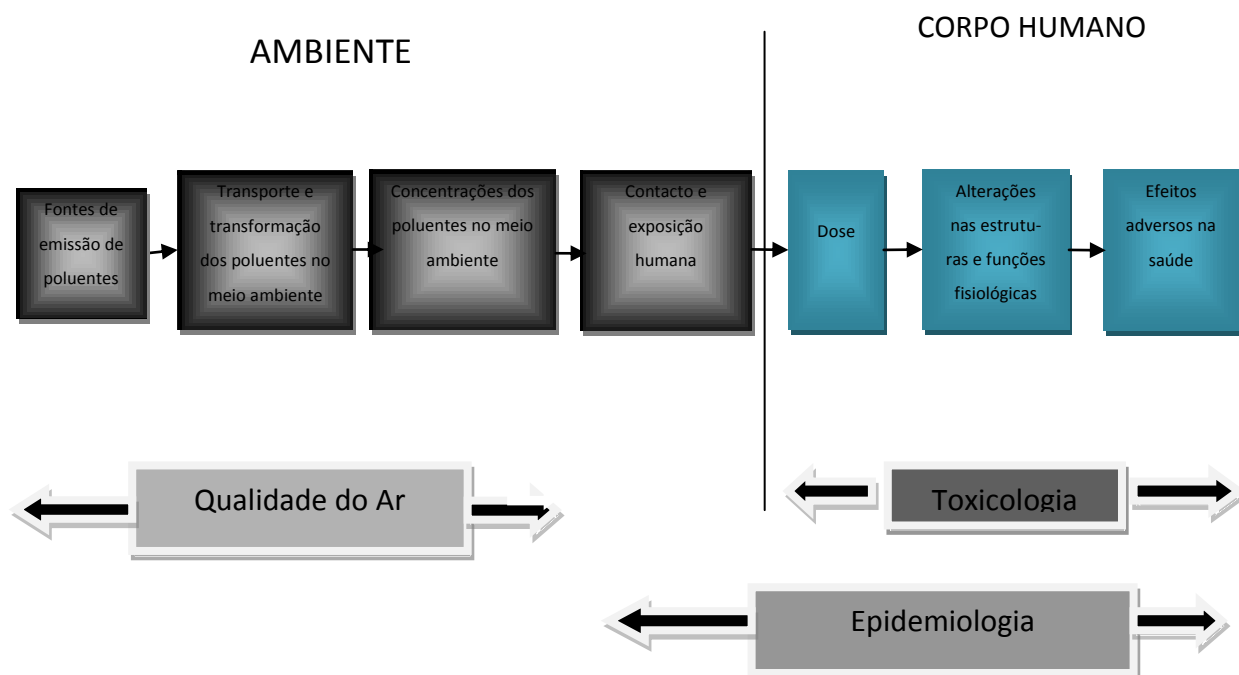


Figura 1: Esquema representativo da exposição humana à poluição atmosférica

Para muitos factores ambientais o efeito varia desde ligeiras mudanças fisiológicas ou bioquímicas a doença grave ou morte (IPCS, 2000). Geralmente quanto mais elevada a dose, mais grave o efeito. A resposta é definida em epidemiologia como a proporção de indivíduos dentro de um grupo exposto que desenvolve determinado efeito específico. Com uma dose baixa, quase ninguém sofre o efeito, e com doses altas quase todos os indivíduos sofrem efeitos. Como existe variação na sensibilidade individual a curva dose-resposta padrão é normalmente em forma de S. A curva dose-resposta usa-se muitas vezes para decidir qual o efeito importante a prevenir. Se a decisão se toma relativamente a um nível de resposta aceitável, a relação dose-resposta estabelece a dose máxima aceitável (Beaglehole *et al*, 1993). Estes factos permitiram que a OMS estabelecesse as primeiras orientações sobre a qualidade do ar já referidas, anteriormente (OMS, 1987).

Dito de outro modo, indivíduos diferentes têm graus de resposta diferentes para a mesma concentração de poluentes no ambiente, dependendo da sua sensibilidade. As crianças, os idosos, e grupos de pessoas com doença prévia são os mais sensíveis. É necessário ainda reflectir que a variação de respostas numa população dependerá da distribuição das “sensibilidades” desta, e assim os efeitos estimados para duas

populações, com base em iguais concentrações ambientais poderão dar origem a resultados diferentes. As crianças são um dos grupos com risco mais elevado de sofrerem as consequências da poluição devido à relação dose inalada/massa corporal ser maior, tornando-os mais susceptíveis. A quantidade de água e o ar que respiram, relativamente ao peso, é maior que a de um adulto, sendo desta forma maior a quantidade de poluentes no organismo. Este grupo etário também apresenta uma maior vulnerabilidade aos factores ambientais pelo facto do seu organismo estar ainda em fase de desenvolvimento (mecanismos de destoxificação deficientes, sistema imunitário imaturo) e menor capaz de reagir a perturbações exteriores. (OMS, 2005a)

A avaliação ou estimativa da exposição é um processo constituído por quatro etapas. A primeira é a identificação dos poluentes libertados para o meio ambiente, a segunda a estimativa das quantidades desses poluentes, a terceira a estimativa das concentrações de poluentes no ar ambiente para as áreas geográficas de interesse utilizando medições directas ou modelos de dispersão (com base em informações sobre emissões, localização das fontes, dados meteorológicos e outros) que determinam o transporte e dispersão dos poluentes através de uma área de estudo e por fim, na última etapa, a estimativa do número de seres humanos expostos a determinadas concentrações de poluentes atmosféricos (US EPA, 1991).

A avaliação da exposição possui um papel crucial quando se examina os efeitos na saúde decorrentes da poluição atmosférica. A exposição refere-se ao contacto com concentrações dos poluentes que um indivíduo encontra no decorrer do tempo, e em vários microambientes, ou seja a rua, a escola, o local de trabalho, etc. Apesar de a via de exposição considerada quando se estuda a exposição aos poluentes do ar ser sempre a via directa, ou seja a inalatória, convém referir que a penetração dos poluentes pode ser feita também por via cutânea e digestiva.

A exposição humana pode ser estimada de forma directa e indirecta. A forma directa ocorre quando o indivíduo transporta um monitor portátil de exposição, e a forma indirecta pode-se obter através de uma série de informações de concentrações dos poluentes nos diversos microambientes e a ocupação-tempo dos mesmos. Em estudos epidemiológicos, esta variação diária é designada por perfil de actividade-tempo. (US EPA, 1991)

Para um combate eficaz é fundamental conhecer a concentração dos diversos poluentes no ar, saber medi-las, identificar as respectivas fontes e analisar a qualidade do ar ao longo do tempo. Deste conhecimento dependerão as acções que promovam a melhoria da qualidade do ar e consequentemente a melhoria da qualidade de vida das populações.

## **2.3 Efeitos da Poluição atmosférica na saúde**

A exposição aos poluentes atmosféricos está associada a um abrangente conjunto de efeitos agudos e crónicos que vão desde efeitos irritantes à morte. Os impactos na saúde humana são o resultado da soma das diversas exposições a diversos agentes, em momentos diferenciados. Estes podem ser expressos em termos de redução da média de esperança de vida, mortes prematuras adicionais, admissões hospitalares, aumentos no uso de medicamentos, ou dias de absentismo no trabalho entre muitos outros.

De acordo com a Sociedade Torácica Americana (STA) (*American Thoracic Society*, 2000) os indicadores de efeito ou parâmetros de morbilidade podem estar ao nível da função fisiológica (função pulmonar), sintomas ou consequências no quotidiano diário. Estes efeitos são consistentes com a lista de efeitos, agudos e crónicos, plausíveis de estarem associados com a poluição atmosférica, desenvolvida por um grupo de trabalho da OMS (OMS, 2001) (tabela 1). Quando possível estes indicadores deverão ser calculados tendo em conta a idade e o sexo.

Tabela 1: Efeitos na saúde potencialmente relevantes para a avaliação do impacto da poluição atmosférica (Adaptado de OMS, 2001)

---

### **Efeitos agudos**

- **Mortalidade diária**
  - **Admissões hospitalares por doenças respiratórias**
  - **Admissões hospitalares por doenças cardiovasculares**
  - **Episódios de urgência por doenças cardiovasculares e respiratórias**
  - **Consultas médicas por sintomas respiratórios e cardíacos**
  - **Uso de medicação do foro respiratório e cardíaco**
-

- 
- Dias de actividade restringida
  - Absentismo ao trabalho
  - Absentismo escolar
  - Auto-medicação
  - Sintomas agudos
  - Mudanças fisiológicas, por exemplo na função pulmonar
- 

### **Efeitos crónicos**

- Mortalidade (em crianças e adultos) de doença cardio-respiratória
- Incidência e prevalência de doenças crónicas respiratórias (asma, DPOC, e outras patologias crónicas)
- Cancro do pulmão

### **Efeitos na saúde reprodutiva**

- Complicações na gravidez
  - Baixo peso à nascença
  - Nascimento prematuros
- 

O aparelho respiratório, pelas funções que desempenha é a via de entrada predominante para os poluentes existentes no ar. Ao nível deste aparelho a poluição causa uma resposta inflamatória, induzida pela acção de substâncias oxidantes, as quais condicionam um aumento da produção, da acidez, da viscosidade e da consistência do muco produzido pelas vias aéreas, levando como consequência à diminuição da resposta ou eficácia do sistema mucociliar (Bascom *et al*, 1996).

Estudos toxicológicos em animais e seres humanos também permitiram mostrar que as partículas com origem em combustíveis fósseis, e o ozono, estão envolvidos num aumento da síntese de anticorpos da classe da Imunoglobulina E (IgE), responsáveis pelo aumento das reacções de hipersensibilidade a alérgenos.

Toda a população é afectada, como já foi referido anteriormente, existindo maior susceptibilidade em grupos específicos, como crianças, idosos e indivíduos com doença prévia (asma, alergias entre outras).

Na tabela 2 apresenta-se em resumo os principais efeitos na saúde decorrentes da exposição a curto e a longo prazo às partículas, ozono e dióxido de azoto, sobre os quais incide este estudo de investigação.

Tabela 2: Efeitos na saúde decorrentes da exposição a curto e a longo prazo às partículas, ozono e dióxido de azoto. (Adaptado de OMS, 2001)

| Poluente                             | Efeitos relativos à exposição aguda   | Efeitos relativos à exposição crónica  |
|--------------------------------------|---|--|
| <b>Partículas</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacções inflamatórias do pulmão</li> <li>• Sintomas respiratórios</li> <li>• Efeitos adversos no Sistema Cardiovascular</li> <li>• Aumento no uso de medicamentos</li> <li>• Aumento nas admissões hospitalares</li> <li>• Aumento na mortalidade</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de sintomas no tracto respiratório inferior</li> <li>• Redução na função pulmonar em crianças</li> <li>• Aumento de DPCO</li> <li>• Redução da actividade pulmonar</li> <li>• Redução na esperança média de vida, devida principalmente a maior probabilidade de doenças cardio-respiratórias e cancro do pulmão</li> </ul> |
| <b>Ozono</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeitos adversos na função pulmonar</li> <li>• Reacções inflamatórias do pulmão</li> <li>• Efeitos adversos em sintomas respiratórios</li> <li>• Aumento no uso de medicamentos</li> <li>• Aumento nas admissões hospitalares</li> <li>• Aumento na mortalidade</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução no desenvolvimento do pulmão</li> </ul>   |
| <b>Dióxido De Azoto<sup>a)</sup></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeitos sobre a função pulmonar, particularmente em asmáticos</li> <li>• Aumento das reacções alérgicas inflamatórias das vias aéreas</li> <li>• Aumento nas admissões hospitalares</li> <li>• Aumento na mortalidade</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução na função pulmonar</li> <li>• Aumento da probabilidade de sintomas respiratórios.</li> </ul>  |

a) No meio ambiente, o dióxido de azoto serve como indicador para uma mistura complexa de poluentes relacionados maioritariamente com o tráfego automóvel

A investigação dos efeitos da poluição atmosférica na saúde tem dado origem a numerosos estudos vindos de áreas como a toxicologia e a epidemiologia. A epidemiologia, particularmente dá a base científica ao estudo e interpretação da relação entre o ambiente e a saúde das populações (Figura 1). Estudos epidemiológicos, com

diferentes desenhos e abordagens são úteis para caracterizar a qualidade do ar e os efeitos na saúde, embora tenham limitações, pois não permitem quantificar o problema. Estudos toxicológicos, que permitam quantificar a exposição individual são importantes, sendo sem dúvida o método mais real e preciso.

Os primeiros estudos epidemiológicos efectuados pelos investigadores estavam relacionados com os efeitos agudos que episódios de extrema poluição produziam na saúde das populações. No final dos anos 70, era altamente improvável pensar-se que as concentrações das poluentes atingidas nessa altura, fruto de estratégias de abatimento, seriam prejudiciais à saúde. No entanto duas décadas mais tarde a investigação relacionando poluição atmosférica e saúde reemergiu (Brunekreef *et al*, 2002). Holgate *et al* (2002) referiram, que se por um lado os poluentes típicos ou tradicionais provenientes da combustão tinham diminuído para concentrações muito mais baixas, comparativamente com os valores verificados há cinquenta anos, outros componentes ganharam importância. Por outro lado a poluição fotoquímica, com altos níveis de ozono foi detectada em diversas cidades mundiais, como Los Angeles, Cidade do México, Atenas e outras cidades europeias, particularmente sob condições meteorológicas favoráveis ao aparecimento deste tipo de episódios. Também os óxidos de azoto passaram a ter um contributo cada vez mais importante e nocivo para a qualidade do ar, uma vez que os veículos motorizados viram o seu número cada vez mais elevado. As partículas também viram as suas características alteradas ao longo destas décadas, com variações na composição e tamanho, alterando a sua toxicidade.

O interesse nos efeitos adversos da poluição atmosférica tornou-se mais sério após a publicação de dois estudos *coorte* efectuados nos EUA. Estes estudos sugeriam que a exposição a partículas estava associada a uma diminuição da esperança média de vida (Dockery e Pope, 1993; Pope *et al*, 1995). Um terceiro estudo *coorte* (AHS-MOG), também realizado nos Estados Unidos pela Associação Californiana Adventista do Sétimo-Dia, encontrou efeitos significativos das partículas inferiores a 1µm de diâmetro (PM<sub>10</sub>) na diminuição da esperança de vida (Abbey *et al*, 1999). Este efeito foi estimado em 1-2 anos. Também diversos estudos caso-controlo efectuados, continuavam a proporcionar evidências de uma relação entre poluição atmosférica (especialmente proveniente de tráfego) e cancro do pulmão (Nyberg *et al*, 2000).



Se no início apenas episódios de extrema poluição atraíram as atenções dos investigadores, cada vez mais as atenções voltavam-se para as variações diárias da poluição atmosférica, durante períodos longos, e a sua relação com as variações diárias verificadas em indicadores de saúde, como mortalidade e admissões hospitalares. Surgiram os denominados estudos de séries temporais e os estudos de painel ou de seguimento, que aumentaram exponencialmente desde 1990. Os estudos de series temporais consideram a exposição aguda, pelo que são adequados para examinar os efeitos agudos ou a curto prazo da poluição, em oposição aos estudos de seguimento ou painel, denominados também de coorte, que são adequados para estudar os efeitos crónicos da exposição à poluição.

Dois importantes estudos foram realizados, um na Europa e outro nos EUA. Na Europa, o programa APHEIS (*Air Pollution and Health: Sistema de informação europeu*), em desenvolvimento desde 1999, corresponde a um sistema de vigilância para a monitorização dos efeitos da poluição atmosférica na saúde e conta actualmente com uma rede constituída por 33 cidades europeias. Foi criado pelo Instituto Nacional de Saúde Pública de França, Instituto Municipal de Saúde Pública de Barcelona e pela OMS, e partiu da necessidade de analisar e actualizar os efeitos na saúde associados à poluição atmosférica, de proceder à avaliação do risco para a saúde ao longo do tempo e de desenvolver ferramentas de comunicação destinadas aos diferentes tipos de público-alvo (URL2). A segunda etapa deste programa (APHEIS-2) estima que a redução da exposição a longo prazo das concentrações de  $PM_{10}$  em  $5 \mu g/m^3$  em 19 cidades europeias, poderia ter “evitado” entre 3.300 e 7.700 mortes prematuras anualmente, 500 a 1000 das quais estariam associadas a exposição a curto prazo. Medina *et al*, (2004) demonstram que pequenas reduções nos níveis de poluição atmosférica poderiam prevenir um grande número de mortes na Europa.

A terceira etapa deste programa (APHEIS-3) pretendeu alargar e aprofundar a avaliação efectuada na etapa anterior, ao incluir novas fontes de dados, como dados de  $PM_{2,5}$  e a determinação da mortalidade por causa específica (por doenças cardiovasculares, cancro do pulmão e por doenças respiratórias) e mortalidade total. Foi estimado o número atribuído de mortes em determinado momento e o ganho potencial em probabilidade de vida da redução das concentrações dos poluentes. De acordo

com os resultados obtidos na segunda etapa, confirmou-se que a poluição atmosférica continua a ser uma ameaça significativa para a saúde pública em zonas urbanas (Medina *et al*, 2005).

Em 2005, o APHEIS foi integrado num módulo específico do Projecto ENHIS - *Implementing Environment and Health Information System in Europe*, coordenado pela OMS (*OMS European Centre for Environment and Health*) e co-financiado pela Comissão Europeia, para avaliação do risco para a saúde associado à poluição atmosférica (PM<sub>10</sub> e ozono) com especial destaque para as crianças. A cidade de Lisboa passou a integrar desde essa data a rede de cidades europeias que fazem parte do projecto.

Nos EUA, o Estudo Nacional para a Mortalidade, Morbilidade e Estudos de Poluição atmosférica (NMMAPS) incidiu em 20 grandes áreas metropolitanas, compreendendo 50 milhões de habitantes, desde 1987 até 1994. Num dos estudos, que possuía como indicador de saúde as admissões hospitalares (efectuado em dez cidades) em todas as cidades, foi encontrado um aumento de 1,5% (IC95%: 1,0 - 1,9) nos internamentos por Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) para aumentos de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub>. Nessas mesmas cidades observou-se, para a mesma variação de PM<sub>10</sub>, um aumento de mortes por pneumonia (2,7%; IC95%: 1,5 - 3,9) e por DPOC, 1,7%; (IC95%: 0,1 - 3,3) (Braga *et al*, 2001).

Embora de menor dimensão, o estudo coorte desenvolvido no âmbito do Projecto SAPALDIA que incidiu sobre a população de oito regiões suíças representativas das várias condições climáticas e graus de urbanização do país, demonstrou que a poluição atmosférica está associada à evolução da função pulmonar em adultos. Uma diminuição de 10µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> durante um período de 11 anos está associada a uma redução de 9% na taxa anual de FEV1 (volume de ar expirado num segundo) e de 16% no FEF25-75 (fluxo expiratório forçado 25-75%). A poluição atmosférica pode acelerar o declínio da função pulmonar resultante do avanço da idade das populações e uma diminuição, mesmo que pequena, nos níveis dos poluentes atmosféricos tem consequências benéficas para a saúde das populações (URL3).

Evidências dos efeitos sobre a saúde também podem ser encontradas em estudos realizados após a redução de níveis de poluição (Künzli, 2002), denominados em epidemiologia de estudos de intervenção. Um dos melhores exemplos está relaciona-

do com a disputa laboral que encerrou uma siderurgia em *Utah Valley* (EUA) durante catorze meses em 1987. As concentrações das partículas desceram, assim como desceram as admissões hospitalares por doenças respiratórias e a mortalidade. Estes indicadores só voltaram a subir após a reabertura da indústria. O exemplo de *Utah Valley* fornece fortes evidências de uma relação causal entre a exposição às partículas e a morbilidade e mortalidade. Outro exemplo é o passado durante os jogos olímpicos em Atlanta, em que medidas na redução do tráfego automóvel, fizeram reduzir as urgências e admissões hospitalares por asma. A diminuição nos níveis de ozono troposférico resultou numa diminuição do risco de desenvolvimento de sintomas relacionados com asma (OR:0,48; 95% IC:0,44-0,86) (Friedman *et al.*, 2001)

Segundo a Agência Europeia do Ambiente (2007), a poluição atmosférica, sobretudo provocada por partículas finas e ozono troposférico, continua a representar uma grave ameaça para a saúde, reduzindo a esperança média de vida em cerca de um ano na Europa ocidental e central, e afectando o desenvolvimento saudável das crianças. Estes poluentes foram os responsáveis por mais de 380.000 mortes prematuras no ano 2000, na Europa. De acordo com esta mesma fonte, a asma, as alergias e outras doenças respiratórias associadas à poluição do ar constituem a principal causa de hospitalização na Europa.

## ***2.4 Poluição atmosférica e Doenças respiratórias***

A poluição atmosférica e a sua relação com as doenças respiratórias, asma e alergias foram um dos quatro objectivos prioritários, identificados no Plano de Acção Ambiente e Saúde para as Crianças na Europa (CEHAPE). Este plano elaborado pela Organização Mundial de Saúde visa a protecção da saúde das crianças contra factores de exposição ambiental, e foi adoptado por diversos países em 2004.

De acordo com a OMS, as doenças crónicas do foro respiratório, em que podemos incluir a asma, doenças alérgicas respiratórias como a rinite, Doença pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) ou a hipertensão pulmonar, constituem um importante problema de saúde pública a nível mundial com grande impacto na qualidade de vida dos doentes e suas famílias e com custos económicos muito elevados para a socieda-

de. Atenta a este impacto, a OMS lançou a Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases (Aliança Global contra as Doenças Respiratórias-GARD), uma aliança voluntária de organizações, instituições e agências cujo objectivo é a vigilância global, a prevenção e o controlo das doenças respiratórias crónicas (OMS, 2007). Também em Portugal esta aliança se encontra implementada, promovendo a divulgação, a investigação e o melhor controlo destas doenças.

As reacções alérgicas, também podem ser denominadas de reacções de hipersensibilidade e são reacções que envolvem a produção de anticorpos da classe da Imunoglobulina E (IgE). Por vezes utiliza-se o termo doença atópica para descrever um grupo de afecções, mediadas pela IgE, como a rinite alérgica, a asma alérgica ou o eczema atópico. As reacções alérgicas podem ser ligeiras ou graves: variam desde uma simples urticária até ao choque anafilático que põe a vida em perigo. Apesar de estas reacções terem mecanismos e precursores semelhantes, podem ser devidas a uma grande variedade de factores. E apesar da componente genética desempenhar um papel importante, alguns factores ambientais e de estilo de vida funcionam como estímulos para o seu aparecimento e desenvolvimento, especialmente em idades precoces.

Entende-se por DPOC o estado patológico caracterizado por uma limitação do débito aéreo que não é totalmente reversível, e traduz-se na presença de tosse, aumento da expectoração e dispneia. A limitação ventilatória é, geralmente, progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anómala dos pulmões à inalação de partículas e gases (Direcção Geral da Saúde, 2004). DPOC é o termo usado de forma a incluir a bronquite crónica e o enfisema pulmonar, ou uma combinação das duas situações. A bronquite crónica é diagnosticada pela clínica e define-se pela presença de tosse produtiva durante, pelo menos três meses em dois anos consecutivos. O enfisema é diagnosticado pela anatomia patológica e define-se pelo alargamento dos espaços aéreos distais dos bronquíolos terminais por destruição das suas paredes, não substituída por fibrose. A maioria dos doentes com DPOC apresenta simultaneamente bronquite crónica e enfisema.

A fase mais evoluída da doença tende a ser incapacitante. O diagnóstico desta doença exige a realização de espirometria, a fim de confirmar a presença de limitação

obstrutiva do fluxo aéreo. Esta limitação não é completamente reversível após administração de um broncodilatador.

As doenças respiratórias são o grupo de doenças que mais afecta as crianças, e as infecções respiratórias agudas (IRA) são a causa de morte mais comum dentro deste grupo etário (OMS, 2007; *Interstate Statistical Committee of the Commonwealth of Independent States*, 2005). Ainda segundo esta organização, existem provas mais que evidentes de que a saúde desta franja da população melhoraria substancialmente com o abatimento dos níveis dos poluentes atmosféricos. Segundo as suas estimativas, as partículas do ar são responsáveis por um aumento de 6,4% de todas as mortes em crianças dos 0-4 anos. Este é sem dúvida o poluente que apresenta o risco mais elevado para a saúde em todas as regiões.

Muitos estudos continuam a ser efectuados, um pouco por todo o mundo, relacionando as partículas com a saúde respiratória. Um estudo (Paunovic *et al*, 2006) referido num relatório da Agência Europeia do Ambiente (Agência Europeia do Ambiente, 2007) debruçou-se sobre populações semelhantes em duas localidades da Sérvia. Durante dois anos foi efectuado um estudo comparativo que permitiu demonstrar que os habitantes da cidade de Grabovac (cidade afectada pela deposição de cinzas provenientes de uma central termoeléctrica situada a 26 km) tinham uma probabilidade 1,7 vezes maior de visitarem o médico por dificuldades respiratórias, do que os habitantes de Drazovac (cidade não afectada pela deposição das cinzas). O risco relativo de desenvolvimento de tosse crónica e asma era também 1,5 vezes superior. Quando comparadas apenas as crianças das duas localidades as diferenças foram ainda mais notórias. As crianças da cidade de Grabovac tinham 2-3 vezes mais probabilidades de desenvolverem asma do que as de Drazovac.

O ozono constitui o segundo poluente em termos de risco para a saúde actualmente. No actual cenário, no ano de 2020, mesmo garantindo a aplicação efectiva das políticas actuais, calcula-se que se registem aproximadamente 20.000 mortes prematuras na União Europeia, com graves consequências para a qualidade de vida (Watkiss *et al*, 2005).

O ozono ainda é responsável, em pessoas vulneráveis aos seus efeitos, pelo aumento da medicação tomada para doenças respiratórias num total de 30 milhões

pessoa/dia por ano. Alguns estudos ainda sugerem que a exposição crónica reduz a função pulmonar nas crianças.

Como já foi referido anteriormente as crianças são um dos grupos com risco mais elevado de sofrerem as consequências da poluição devido à sua elevada susceptibilidade. O impacto nocivo dos poluentes do ar na saúde respiratória de crianças asmáticas e não asmáticas tem sido encontrado em diversos estudos de diferentes países, no entanto, o risco atribuível a cada um deles permanece por estabelecer. Apesar de o risco individual parecer pequeno, o impacto sobre a saúde pública é consideravelmente alto, devido ao elevado número de indivíduos afectados (Künzli, 2002).

Em Portugal, um estudo realizado em Lisboa e no Porto no âmbito do projecto ImpactE (ONDR, 2007), confirmou um aumento do número de mortes por doença respiratória, para um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do ozono e, de forma menos marcada do  $\text{NO}_x$ , confirmando a necessidade da existência de um sistema de vigilância da qualidade do ar e de alerta quando ultrapassados os níveis de segurança, de forma a promover uma melhor saúde pública.

#### **2.4.1 Asma e Poluição atmosférica**

Segundo a OMS, a asma é uma doença inflamatória crónica das vias aéreas que, em indivíduos susceptíveis origina episódios recorrentes de pieira, dispneia (dificuldade na respiração), aperto torácico e tosse, particularmente nocturna ou no início da manhã. Estes sintomas estão geralmente associados a uma obstrução generalizada, mas variável, das vias aéreas, a qual é reversível espontaneamente ou através de tratamento. Esta inflamação pode também ocorrer ou agravar-se em presença de alguns estímulos como o exercício físico, os pólenes, a poluição atmosférica ou fármacos, só para citar alguns.

O estudo da poluição atmosférica e do seu potencial efeito no agravamento da asma é difícil, uma vez que esta doença e os seus estímulos precursores são complexos e multidimensionais. Nem sempre os efeitos observados nos diversos estudos efectuados são consistentes, devido à complexidade da própria doença e devido às dificuldades inerentes à estimativa dos impactos da poluição. No entanto, os contributos gerados quer por estudos de séries temporais, quer por estudos de painel, permitem inferir

causalidade: a poluição atmosférica contribui para o agravamento da asma, conduzindo a um aumento dos sintomas característicos desta doença, a uma elevação no uso de medicação de alívio e em déficits transitórios da função pulmonar. Por outro lado o agravamento da doença leva a que haja um aumento na procura de cuidados médicos. Estes efeitos foram observados para diferentes poluentes, nomeadamente para as partículas, dióxido de azoto e ozono. É necessário, no entanto, mais investigação nesta área para esclarecer o papel de cada um dos poluentes e a sua interacção com a susceptibilidade individual (OMS, 2005a).

Em Portugal, dentro deste contexto, decorreu o projecto de investigação *SaudAR*, “A Saúde e o Ar que respiramos”, que surgiu com o objectivo de analisar a relação entre a exposição a poluentes e a doença asmática, recorrendo à avaliação entre os níveis de poluição atmosférica no ambiente, interior e exterior, e a saúde respiratória das crianças. As conclusões dos estudos levados a cabo por este projecto, vão de encontro a outros estudos efectuados um pouco por todo o globo. Deste modo, as crianças com exposição mais elevada a poluentes atmosféricos têm resultados nos exames médicos que correspondem a graus mais elevados de inflamação brônquica. Apesar da boa qualidade do ar, foi possível estabelecer correlações entre níveis de exposição a poluentes atmosféricos (em particular os compostos orgânicos voláteis) e o agravamento da doença asmática. (Borrego *et al*, 2008)

Todos os dados existentes até à data permitem afirmar com certeza de que a saúde respiratória das crianças, principalmente daquelas que têm a sua sensibilidade aumentada, como as que sofrem de asma, beneficiará substancialmente da redução da poluição.

#### **2.4.2 Epidemiologia das Doenças Crónicas Respiratórias**

Milhões de pessoas de todas as idades sofrem de doenças crónicas respiratórias (DCR), que incluem asma, alergias respiratórias, DPOC, doenças ocupacionais do pulmão e hipertensão pulmonar. Estas doenças constituem um importante problema de saúde pública a nível mundial, com grande impacto na qualidade de vida dos doentes e suas famílias e com custos económicos muito elevados, quer directos (hospitalizações, consultas médicas, medicamentos) quer indirectos (morte prematura, absen-

tismo ao trabalho). A sua prevalência tem vindo a aumentar (Bousquet *et al*, 2007) especialmente nas crianças e nos idosos, e foram estimadas para o ano de 2005 pela Organização Mundial de Saúde e Banco Mundial, cerca de 4,6 milhões de mortes prematuras por DCR. A tendência é para um agravamento desta situação. O aumento das taxas de prevalência de asma está associado a um aumento da sensibilização atópica, e é acompanhado por aumentos noutras doenças alérgicas, como rinite e eczema [Global Burden of asthma, Global Initiative for Asthma (GINA), 2004]. Este conjunto de doenças é prevenível e diversos factores de risco foram identificados. O tabaco ambiental, a poluição atmosférica, os alergenicos, alguns agentes ocupacionais e algumas doenças, podem ser prevenidos, reduzindo o seu impacto na mortalidade e morbilidade.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (2007), a asma, sozinha, afecta perto de 300 milhões de pessoas em todo o mundo, e é a responsável por cerca de 250 000 mortes anuais.

Dois importantes estudos epidemiológicos, desencadeados a nível mundial e europeu, deram importantes contributos para o conhecimento actual da prevalência da asma e das doenças alérgicas: o *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) em crianças, e o *European Community Respiratory Health Survey* (ECRHS) em adultos.

O ISAAC demonstrou uma enorme variedade de resultados para os sintomas da asma, rinite alérgica e eczema. Segundo os resultados da primeira fase deste estudo, parece evidente uma maior prevalência da doença nos países de origem anglo-saxónica (Austrália, Nova Zelândia, Reino Unido, Irlanda e EUA) enquanto a menor prevalência é encontrada na Europa Oriental e Ásia. Apesar dos inúmeros progressos no conhecimento da fisiopatologia da asma, dos melhores meios de diagnóstico e da existência de fármacos cada vez mais eficazes no seu tratamento, tem-se verificado que a incidência e a prevalência têm vindo a aumentar durante as últimas quatro décadas. E este aumento não pode ser explicado apenas pelas melhorias no seu diagnóstico por parte dos clínicos. Este aumento das taxas e das prevalências é sobretudo verificado nos países ocidentais, ditos industrializados. Foi assim sugerido que o modo



de vida ocidental estaria relacionado com factores que influenciariam a manifestação das doenças atópicas em crianças.

Estudos feitos em gémeos (Edfors-Lubs, 1971) demonstraram que a predisposição genética pode contribuir em 20%-75% para o desenvolvimento da doença, deixando um número considerável de casos por explicar. Também grandes diferenças na prevalência em populações geneticamente homogéneas; variações em grupos sociais; diferenças encontradas em indivíduos vivendo numa mesma área geográfica, mas vivendo em condições diferentes, permitem estabelecer os factores ambientais e os estilos de vida mais importantes que modulam a resposta imunitária, sobretudo em idades precoces.

Paralelamente a uma forte componente genética, factores como infecções em idade precoce, exposição a pólenes e bolores, o tamanho do agregado familiar, a poluição do ar exterior e interior e o tabaco ambiental, a nutrição estão relacionadas com o aumento da prevalência.

A taxa de mortalidade por asma não tem paralelismo com a taxa de prevalência, uma vez que a mortalidade é maior nos países em que o acesso a medicamentos e a cuidados de saúde é relativamente baixo, ou seja em países subdesenvolvidos. Nos países em que foram implementados e desenvolvidos planos de acção para controlo da doença, verificou-se uma diminuição nas taxas de hospitalização. Esta doença é mais severa e apresenta desfechos mais dramáticos em classes sociais desfavorecidas ou sem acesso a cuidados de saúde.

Quanto à DPCO, um estudo epidemiológico recente efectuado na Europa, demonstrou que esta doença afecta aproximadamente 9% da população adulta, sendo a maioria fumadores (Zielinski *et al.*, 2006). Actualmente, a DPOC é a quarta causa principal de morbilidade e mortalidade na população adulta a nível mundial (GOLD, 2008).

### **2.4.3 O Caso Português**

Para além do projecto SaudAR, já referido anteriormente, vários outros estudos relacionando as doenças respiratórias crónicas com a qualidade do ar foram feitos em Portugal. O estudo *PM Lx - Diagnóstico e Metodologia para o Estudo dos Efeitos das*

*Partículas Finas na Cidade de Lisboa* (Ferreira *et al*, 2009) permitiu identificar uma relação significativa entre a poluição do ar e o atendimento na urgência pediátrica por doenças respiratórias, para além de coincidências na distribuição espacial de PM<sub>10</sub> e da procura no atendimento pediátrico, na cidade de Lisboa. Um outro estudo, *Saúde Ambiental em Ambiente Escolar* (Fernandes *et al*, 2009) de acompanhamento de alunos adolescentes de escolas da cidade do Porto tendo por base o questionário do estudo ISAAC, caracterizou a qualidade do ar interior nas escolas e conclui que, embora no geral sem associações estatisticamente significativas, as escolas com piores indicadores de qualidade do ar apresentavam maior prevalência de sintomas respiratórios.

De acordo com o Relatório do Observatório Nacional de Doenças Respiratórias (2006), a mortalidade por Doenças Respiratórias nas quais se inclui, a tuberculose, cancro do pulmão e doenças do Aparelho Respiratório que engloba, asma e doença crónica das vias aéreas, diminuiu no período 1998-2003 para todas as doenças, com excepção para o cancro do pulmão, cuja taxa de mortalidade aumentou 7,2%. No entanto o número de episódios ocorridos em ambulatório no ano de 2005, aumentou face ao ano anterior, como demonstra a tabela 3:

Tabela 3: Episódios de Doença Respiratória em Ambulatório -Retirado de Relatório do Observatório Nacional das Doenças Respiratórias 2006 (Fonte: Relatório anual GDHs, Instituto de Gestão Informática e Financeira da Saúde, 2005)

| <b>Número de doentes saídos de internamento hospitalar</b> |             |             |                 |
|--|-------------|-------------|-----------------|
|  | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>Variação</b> |
| <b>Doenças Malignas Respiratórias</b>                      | 14.259      | 15.074      | +5,7%           |
| <b>DPOC</b>  | 8867        | 9.815       | +10,6%          |
| <b>Pneumonia e Pleurisia Simples</b>                       | 18.863      | 22.790      | +20,8%          |
| <b>Asma e bronquite</b>                                    | 5.537       | 7057        | +27,5%          |
| <b>Doença Pulmonar intersticial</b>                        | 884         | 900         | +1,8%           |
| <b>Infecções e inflamações respiratórias</b>               | 5.522       | 5.291       | -4,7%           |
| <b>Total todos GDH</b>                                     | 1.051,27    | 1.065,77    | +1,4%           |

GDH: Grupo de Diagnóstico Homogéneo

Em Portugal, estima-se uma prevalência de asma de cerca de 10%, pelo que esta doença afecta aproximadamente um milhão de portugueses, com custos directos

e indirectos muito significativos (Gaspar *et al*, 2006). O nosso país colaborou no ECRHS, tendo sido possível obter dados da prevalência de diversos sintomas de asma das regiões do Porto e de Coimbra, e no ISAAC durante as três fases do estudo. Neste último estudo, encontrou-se uma prevalência de asma de 12,8% em 94/95 e de 15,7% em 2000/2001, o que representa um aumento de 23%. Ou seja, também no nosso país se verifica um aumento das taxas de incidência e prevalência desta doença. (ONDR, 2007)

Constatou-se no nosso país uma descida gradual das taxas de mortalidade por asma desde a década de oitenta até à presente década, e actualmente estas taxas são semelhantes às observadas em outros países desenvolvidos. Relativamente à distribuição das taxas de mortalidade pelos diferentes grupos etários, verifica-se que a mortalidade por asma no grupo etário pediátrico é um evento raro, sendo as taxas mais elevadas encontradas nos indivíduos com mais de 65 anos. No ano de 2004 apenas ocorreu um óbito de asma em crianças (Taxa de mortalidade por asma por 100 000 habitantes=0,06%) para 88 óbitos em idosos (Taxa de mortalidade por asma por 100 000 habitantes=4,91%). Existe alguma variação regional destas taxas, sendo possível identificar regiões com valores superiores às taxas nacionais, como é o caso das regiões Centro, Alentejo e Madeira, uma região com taxas inferiores, a região Norte, e as restantes regiões com taxas semelhantes ao total nacional. No seu relatório de 2007, o Observatório Nacional das Doenças Respiratórias (ONDR), refere que a descida das taxas de mortalidade permite sugerir que tenham existido significativos progressos nas terapêuticas instituídas.

No estudo realizado por Gaspar *et al* (2006), foram analisadas taxas de internamento hospitalar por asma, em Portugal Continental, entre os anos de 1995 e 2005, tendo-se vindo a assistir a uma diminuição progressiva e sustentada (-44%). Em 1995, a taxa de internamento foi de 54,07 por 100 000 habitantes, enquanto em 2005 a taxa de internamento foi de 28,81 por 100 000 habitantes. No entanto, os dados de 2006 contrariaram a tendência de descida verificada, verificando-se um aumento de cerca de 15,5% (ONDR, 2007).

Relativamente aos internamentos hospitalares, existem variações regionais, apresentando as regiões do Algarve, Centro e Lisboa e Vale do Tejo as taxas de internamento mais elevadas, e a região Norte e Alentejo as mais baixas. Os autores sugere-

rem várias justificações para estas diferenças, como sejam as diferentes realidades de assistência médica, e as redes de referência do sistema de saúde. Relativamente à distribuição etária destas taxas, o maior número de internamentos correspondeu ao grupo etário 1-15 anos, correspondendo a 81,64 por 100 000 habitantes no ano de 2005 (1269 internamentos pediátricos por asma). Note-se que o número mais alto de internamentos ocorreu na faixa etária até aos quatro anos (correspondendo a mais de 20% do total de internamentos por asma), reflectindo estes dados a tendência internacional de que o grupo de maior risco é o grupo de crianças até aos 5 anos de idade.

Este decréscimo das taxas de internamento hospitalar poderá ser um indicador de que os doentes no ambulatório estarão a ser melhor controlados, até porque o número de doentes parece ter vindo a aumentar [Observatório Nacional das Doenças Respiratórias (ONDR, 2006)]. No entanto, um estudo efectuado nas Farmácias Portuguesas tendo por base o questionário ACTTM (Asthma Control Test), verificou que a asma só estava controlada em 7,9% da população asmática inquirida, contra 61,2% que tinham a doença não controlada.

Apesar de os indicadores referidos anteriormente serem favoráveis a ONDR (2006) aponta alguns constrangimentos para o controlo e prevenção desta doença. É referido que continuam a existir distorções na prescrição de broncodilatadores, indicadores de má prática clínica nalguns casos; há indicadores de alguns erros de prescrição, de comunicação médica e de ensino do doente, apesar dos esforços de ensino continuado já realizados; o peso financeiro dos medicamentos continua alto e é factor de não cumprimento das medicações; o regime de comparticipação do Estado nos medicamentos para o tratamento da asma é inadequado e injusto.

Relevante é ainda o facto de os custos directos (custos hospitalares, assistência médica, medicação) com a asma terem aumentado 44% entre 1995 e 2005, representando cerca de metade dos custos com as doenças alérgicas (ONDR, 2006).

Quanto à DPOC, entre nós calcula-se que sofram desta doença indivíduos entre os 35 e os 69 anos correspondendo a 5,42% da população (Rodrigues *et al*, 2003). Acima dos 60 anos a prevalência é de 13% no homem e 10% na mulher (ONDR, 2006). A doença atinge mais os homens do que as mulheres devido ao maior número de homens fumadores, já que o tabaco é considerado o maior factor de risco para o

desenvolvimento desta doença. Com o aumento do número de fumadoras, espera-se no futuro que esta diferença se reduza. Anualmente morrem cerca de 8,7 por 100.000 habitantes por DPOC. Apesar destes números, a ONDR refere que as taxas de incidência e prevalência continuam a parecer subestimadas.

A DPOC é responsável por uma elevada frequência de consultas médicas e de serviços de urgência, assim como por um significativo número de internamentos hospitalares, frequentemente prolongados, além de contribuir para o consumo de medicamentos e de oxigenoterapia e ventiloterapia domiciliárias de longa duração.

Esta doença encontra-se sub-diagnosticada no nosso país, facto comprovado por rastreios espirométricos recentes e inquéritos sintomáticos, efectuados um pouco por todo o país, apontando uma prevalência de obstrução brônquica elevada.

Os custos directos em Portugal decorrentes de DPOC, num período de cinco anos (de 1998 a 2002) e em matéria de internamentos hospitalares, aumentaram significativamente, assim como a taxa de letalidade intra-hospitalar. Ou seja, num intervalo de 5 anos, o número de internamentos por DPOC, em Portugal, aumentou 5%, tendo crescido os seus custos de uma forma despropositada, já que representam um acréscimo de 10% (Direcção Geral de Saúde, 2004).

A tabela seguinte (tabela 4) demonstra as variações positivas no movimento hospitalar de doentes com DPOC nos anos 2004 e 2005.

Tabela 4: Movimento Hospitalar de Doentes com DPOC em 2004-2005  
Retirado de Relatório do Observatório Nacional das Doenças Respiratórias 2006 (Fonte: Relatório anual GDHs, Instituto de Gestão Informática e Financeira da Saúde, 2005)

| GDH                       | Internamentos |       |       | Dias Internamento |        |       | Outros Episódios Ambulatório |       |       |
|---------------------------|---------------|-------|-------|-------------------|--------|-------|------------------------------|-------|-------|
|                           | 2004          | 2005  | Δ%    | 2004              | 2005   | Δ%    | 2004                         | 2005  | Δ%    |
| <b>DPOC</b>               | 8805          | 9772  | +10.9 | 88729             | 91571  | +3.2  | 8867                         | 9815  | +10.7 |
| <b>Bronquite e asma</b>   | 12668         | 14330 | +13.1 | 80708             | 96428  | +19.5 | 5537                         | 7057  | +27.5 |
| <b>Bronquite sem asma</b> | 9843          | 11747 | +19.3 |                   |        |       |                              |       |       |
| <b>Total*</b>             | 18648         | 21519 | +15.4 | 169437            | 187999 | +10.9 | 14404                        | 16872 | +17.1 |

\*inclui casos de asma

Tal como para a asma, existem variações regionais nas taxas de mortalidade, tendo a região Norte o maior número de óbitos por 100 000 habitantes. Relativamente aos dados de internamento, existe uma grande heterogeneidade regional. Estes dados

parecem no entanto enviesados pelas diferenças na capacidade de resposta, uma vez que na região de Lisboa, o pico de internamentos verificado não encontra paralelo com a taxa de mortalidade. Deste modo, os dados de mortalidade parecem ser mais adequados para retratar a realidade nacional.

O projecto GEOfases (Análise Geográfica de Factores Ambientais e Socioeco-  
nómicos em Saúde; INSA, 2007) permitiu analisar as taxas de mortalidade e interna-  
mentos por doença respiratória (J00-J99 de acordo com a CID-10) a nível distrital e  
concelhio, para o período de 2000-2004. As regiões com maiores taxas de mortalidade  
são Alentejo e as Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto, e os distritos com maior  
número de internamentos hospitalares são Portalegre, Castelo Branco, Guarda e Área  
Metropolitana de Lisboa.

#### **2.4.4 Terapêutica das doenças crónicas respiratórias**

O relatório da *Iniciativa Global para a Asma* (GINA) (2007) declarou que “é  
razoável esperar que na maior parte dos doentes de asma, o controlo da doença pode,  
e deverá ser atingido e mantido. A GINA resulta do esforço conjunto do *National  
Heart, Lung and Blood Institute* e da OMS, e é em linhas gerais um Programa Mundial  
para a asma. É nestas directrizes que se baseia o Programa Nacional de Controlo da  
Asma, criado com o objectivo de reduzir em Portugal, a prevalência, morbilidade e  
mortalidade por asma e melhorar a qualidade de vida e o bem-estar do doente asmá-  
tico.

A asma pode ser classificada com base na avaliação combinada dos sintomas e  
da função pulmonar. Pode ser intermitente, persistente leve, moderada ou grave. A  
gravidade varia entre indivíduos e não está, necessariamente, relacionada com a fre-  
quência ou persistência dos sintomas, podendo mudar num mesmo indivíduo ao longo  
do tempo. As decisões terapêuticas baseiam-se na gravidade. Uma vez que o objectivo  
primordial é o controlo da doença, a abordagem do tratamento farmacológico deve  
ser feita por etapas ou degraus e ter em conta o tratamento actual e a disponibilidade  
dos tratamentos específicos, bem como considerações económicas.

A abordagem clínica inclui:

1. Supressão do factor causal
  - 1.1. Evicção alérgica (melhoria da qualidade do ar ambiente)
  - 1.2. Prevenção da exposição a desencadeantes
2. Imunoterapia específica
3. Medicamentos (Tratamento farmacológico)
4. Educação

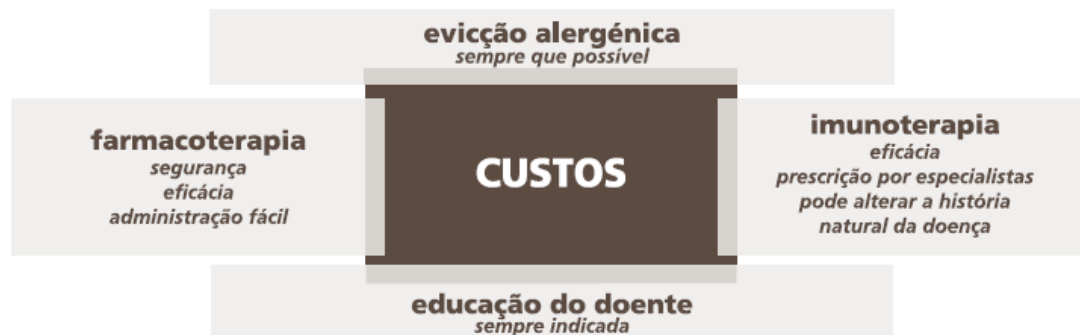


Figura 2: Considerações terapêuticas da asma (retirado de Bousquet *et al.*, 2002)

O estudo experimental realizado na presente dissertação incide sobre o tratamento farmacológico, considerando os medicamentos mais utilizados no tratamento da asma e DPOC.

A maior parte dos doentes asmáticos tem uma doença ligeira a moderada que é facilmente controlada com broncodilatadores de acção curta e corticosteróides inalados. No entanto cerca de 10% dos doentes possui asma grave, a qual é muitas vezes resistente às terapêuticas habituais, sendo por vezes mesmo resistente a corticosteróides sistémicos. Estes doentes são os que gastam mais recursos, e são os mais afectados na sua qualidade de vida, sendo responsabilizados por mais de 50% dos custos (Serra-Batlles *et al.*, 1998). Em Portugal, no ano de 2005, o sub-grupo de medicamentos composto pelos antiasmáticos e broncodilatadores ficou em nono lugar na lista de sub-grupos farmacoterapêuticos com maior encargo financeiro para o Serviço Nacional de Saúde, subindo um lugar no ano de 2006 (Infarmed, 2005; Infarmed, 2006).

De acordo com a GINA (2007) os fármacos que ajudam no controlo da asma dividem-se em dois grupos:

- Medicação de controlo: tomada diariamente previne o aparecimento dos sintomas e das crises através dos seus efeitos anti-inflamatórios. É também chamada de

medicação de manutenção. (corticosteróides inalados de acção longa, modificadores dos leucotrienos, cromoglicato de sódio e teofilinas de libertação lenta)

- Medicação de alívio: funciona rapidamente no tratamento de crises ou no alívio de sintomas. Revertam rapidamente a broncoconstrição. ( $\beta$ -2 agonistas de acção curta; anticolinérgicos inalados, teofilinas sistémicas de acção curta e corticosteróides sistémicos)

Quanto às vias de administração utilizadas, podemos distinguir os medicamentos inalados, dos orais e dos intra-venosos. Os inaladores são dispositivos que permitem administrar os medicamentos directamente para os brônquios. Existem sob várias formas: aerossóis pressurizados, inaladores de pó, nebulizadores, etc. É de realçar, que a via inalatória é a mais vantajosa, uma vez que os medicamentos vão actuar directamente sobre as vias aéreas, conseguindo-se uma maior concentração no local desejado com menor risco de existirem efeitos sistémicos adversos, ou seja consegue-se um efeito mais rápido, com doses mais pequenas e menos efeitos indesejáveis.

Tal como foi referido anteriormente, o tratamento farmacológico da asma varia de acordo com o grau de severidade da doença diagnosticado. O doente asmático deverá cumprir o plano terapêutico fornecido pelo clínico que o acompanha. O clínico deverá estabelecer um plano de tratamento a longo prazo (medicamentos de controlo) e um plano de tratamento para as crises ou exacerbações (medicação de alívio), educando o doente de modo a que este reconheça e distinga os dois tipos de medicação existentes.

De seguida apresenta-se em forma de quadro (tabela 5) a terapêutica diária segundo o grau de severidade de asma, de acordo com as *guidelines* da GINA:

Tabela 5: Terapêutica da Asma (Adaptado de *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*, 2006)

| Gravidade            | Terapêutica diária   | Outras opções  |
|----------------------|--|--|
| Intermitente         | Não necessário   |  |
| Ligeira persistente  | Corticosteróides inalados (500 $\mu$ g BDP)  | Teofilina, Cromoglicato de sódio ou Antileucotrienos |
| Moderada persistente | Corticosteróides inalados (200 a 1000 $\mu$ g BDP)<br>+<br>$\beta$ -2 Agonistas inalados | 1. Corticosteróides inalados<br>+<br>Metilxantina ou |



|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
|                   |   | β-2 Agonista oral ou Antileucotrieno, ou 2. Corticosteróides inalados (> 1000 µg BDP) |
| Grave persistente | Corticosteróides inalados (> 1000 µg BDP) + β-2 agonistas longa duração inalado + um dos seguintes:<br>Metilxantina<br>Antileucotrieno<br>β-2 Agonistas orais<br>corticosteróide oral |   |

Tal como para a asma a abordagem global da DPOC faz-se por degraus de acordo com a gravidade da doença e face à sua progressão é comum a introdução progressiva de maior número de modalidades terapêuticas, farmacológicas e não farmacológicas, com o objectivo de minimizar o impacto dessa progressão. É de realçar, que ao contrário da asma na DPOC existe sempre uma progressão na doença, e uma vez atingido o controlo dos sintomas, a redução da terapêutica, habitualmente não é possível. Nenhum dos medicamentos utilizados permitirá modificar o declínio progressivo da função pulmonar. As classes de medicamentos para o controlo da doença e para a redução da frequência e da severidade das exacerbações de DPOC são praticamente as mesmas da asma, com excepção para os anti-asmáticos específicos.

Dois importantes grupos farmacológicos constituem os principais medicamentos utilizados no tratamento, tanto da asma como da DPOC: os broncodilatadores, e os anti-inflamatórios corticosteróides. Para a asma ainda existem outros anti-asmáticos não broncodilatadores de acção profilática que se descreve posteriormente. É sobre estes grupos de medicamentos que se falará de seguida, referindo-se um pouco o seu mecanismo de acção e sintetizando, para os dois grupos, alguns DCI (Denominação Comum Internacional - designação adoptada ou proposta pela OMS para substâncias activas de medicamentos, de acordo com regras definidas, que não pode ser objecto de registo de marca ou nome, conforme lista publicada periodicamente por esta organização) disponíveis no nosso país.

### **a) Broncodilatadores**

Os broncodilatadores vão actuar ao nível da musculatura lisa, relaxando o músculo brônquico e aumentando a motilidade ciliar epitelial brônquica.

Deste grupo farmacoterapêutico fazem parte as seguintes classes de medicamentos:

- Agonistas Adrenérgicos  $\beta$  ou Estimulantes  $\beta$ -2
  - Curta duração de acção (6-8 h): usados na crise aguda de asma: Salbutamol, Terbutalina, Flenoterol, Clenbuterol
  - Longa duração de acção (8-12 h): usados na manutenção e tratamento DPOC: Procaterol, Salmeterol, Formoterol

- Anticolinérgicos

Estes fármacos antagonizam os efeitos broncoconstritores da estimulação colinérgica: Brometo de Ipratrópio, Brometo Tiotrópio

- Xantinas

As xantinas actuam relaxando o músculo liso brônquico, reduzindo a libertação de mediadores inflamatórios mastocitários, melhorando a contractilidade diafragmática e estimulando os centros respiratórios medulares.

São usadas na prevenção das crises e tratamento do ataque agudo de asma e no tratamento combinado com os broncodilatadores nas formas severas de DPOC. São exemplos de princípios activos a Aminofilina, Teofilina e Diprofilina

As associações de broncodilatadores com diferentes mecanismos de acção conduzem, geralmente, a um aumento de eficácia e uma diminuição dos efeitos secundários, quando comparados com o aumento da dose de um único broncodilatador.

### **b) Anti-Inflamatórios Glucocorticóides**

Os anti-inflamatórios glucocorticóides têm uma importante acção anti-inflamatória, reduzindo a formação dos mediadores inflamatórios (inibição da síntese de prostaglandinas e de leucotrienos, supressão de genes inflamatórios), contribuindo para a redução do edema e da secreção de muco nas vias aéreas e aumentando a sensibilidade dos receptores beta-2 aos agonistas adrenérgicos  $\beta$ .

Por via inalatória intranasal são usados como fármacos de primeira linha no tratamento da rinite alérgica sazonal ou permanente da criança e do adulto e na rinite não alérgica, vasomotora. Por via inalatória são usados como terapêutica de manutenção em situações de asma de grau moderado e em terapêutica complementar com fármacos agonistas adrenérgicos beta-2.

Por via sistémica utilizam-se em situações graves de asma crónica ou de exacerbação aguda de asma e sempre que o controlo destas situações não é obtido pela administração inalatória ou pelo uso de broncodilatadores.

DCI mais comuns são a beclometasona, fluticasona e o budesonido.

Este tipo de fármacos é ainda usado nas crises agudas de DPOC.

### **c) Outros Antiasmáticos**

Os antagonistas dos leucotrienos são anti-inflamatórios usados no tratamento de manutenção da asma, tendo interesse como profiláticos. Entre nós encontram-se comercializados o montelucaste e o zafirlucaste.

Existem ainda outros medicamentos de acção profilática na asma: o ácido cromoglicico, e o cetotifeno. Este grupo de fármacos actua, principalmente, prevenindo a libertação celular de mediadores envolvidos nas respostas alérgicas ou inflamatórias.

## **2.5 Ambiente e Saúde – Programas e Planos Estratégicos**

Para a OMS o estado de saúde é um conceito abrangente, compreendendo o bem-estar físico, mental e social, sendo influenciada por factores hereditários, biológicos, de comportamentos e estilos de vida e pelo ambiente social e físico. O conceito “Saúde Ambiental” ao nível da OMS abrange tanto os “efeitos patológicos induzidos directamente pelas substâncias químicas, radiações e alguns agentes biológicos, como os efeitos (frequentemente indirectos) na saúde e no bem-estar”, como por exemplo o ruído ou o desconforto térmico (OMS, 1990). A causalidade multifactorial de muitas doenças torna difícil avaliar a contribuição relativa dos diversos factores ambientais para a morbilidade e mortalidade das populações.

A OMS estimou que 24% do peso global das doenças (anos de vida saudável perdidos) e 23% do total de mortes (mortalidade prematura) podem ser atribuídos a factores ambientais. Nas crianças, até aos 14 anos, a proporção de mortes atinge os 34%. (Prüss-Üstün e Corvalán, 2006)

### **2.5.1 A nível Internacional**

A dimensão ambiental da saúde emerge num contexto internacional, a par das cimeiras mundiais sobre a temática Ambiente, organizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU): a Conferência de Estocolmo em 1972 sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, a do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento em 1992, e a de Joanesburgo sobre Desenvolvimento Sustentável em 2002. Na última cimeira a componente de Saúde Ambiental foi uma das áreas onde foram definidas algumas metas internacionais, sendo as mais significativas: o controlo da poluição do ar e das doenças transmitidas por via hídrica; redução dos resíduos; promoção até 2020 da produção de químicos não nocivos para a saúde humana e o ambiente; redução até 2015 das taxas de mortalidade infantil e das crianças com menos de 5 anos em dois terços e da mortalidade materna em 75%, relativamente às taxas respectivas em 2000. (Resolução do Conselho de Ministros nº. 91/2008)

A nível internacional há que destacar três entidades que promovem a “qualidade do ar” como parte indispensável para a saúde das populações. A Agência de Protecção Ambiental Norte Americana (EPA), a OMS e a Agência Europeia de Ambiente.

Os primeiros padrões de qualidade do ar foram estabelecidos nos Estados Unidos da América em 1970 (NAAQS - National Ambient Air Quality Standards) (*Clean Air Act 1970*) especificando seis poluentes atmosféricos que seriam controlados: Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>) e Chumbo. A fim de controlar se estes padrões estariam a ser cumpridos foi criada a EPA, cujo objectivo é a protecção da saúde humana e do meio ambiente. Os padrões foram estabelecidos para um nível de segurança suficiente de modo a proteger a saúde humana com uma adequada margem de segurança para as populações mais sensíveis, como as crianças e os idosos. Estes padrões são revistos a cada cinco anos, e feitas alterações caso seja necessário. Todas estas decisões têm de ser devidamente fundamentadas e são baseadas nos estudos de saúde mais recentemente efectuados, permitindo que o processo de revisão seja acompanhado pelas evidências científicas. (US EPA, 1998)

Na Europa, nos anos 70 um conjunto de países, então pertencentes à Comunidade Europeia, estabeleceu também padrões de qualidade do ar para o SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, material particulado e oxidantes fotoquímicos. Estes padrões foram sendo reavaliados e alterados ao longo dos anos, à semelhança dos norte-americanos, subsidiando a legislação dos diversos países europeus (Braga *et al*, 2004). Mais tarde, em 1987, surgiram as “Air Quality Guidelines”, elaboradas pela OMS e desenhadas para guiarem as políticas ambientais de abatimento dos poluentes atmosféricos, pelos decisores políticos europeus. Estas “guidelines” possuem informação relativa aos quatro poluentes considerados mais relevantes: Partículas, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, também denominados de poluentes clássicos, e informação relativa a outros poluentes: orgânicos, inorgânicos e poluentes do ar interior (OMS, 2000b). A última actualização foi feita relativamente aos poluentes clássicos e data de 2005 (OMS, 2005b).

Sistematizando, os principais documentos de referência actuais são:

- » OMS – *Standards* de Qualidade do Ar para a Europa (2000), e última actualização de 2005 para partículas (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.

» Directivas Comunitárias relativas à Qualidade do Ar:

- 1996/62/CE – Directiva-Quadro sobre a avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente. Inclui uma lista de poluentes prioritários relativamente aos quais são posteriormente estabelecidos objectivos de qualidade do ar nas directivas-filhas.
- 1999/30/CE - valores limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto, óxidos de azoto, partículas em suspensão e chumbo no ar ambiente.
- 2000/69/CE - valores limite para o benzeno e CO.
- 2004/107/CE - valores limite para metais pesados (arsénio, cádmio, níquel e mercúrio) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH).
- 2002/3/CE - relativa ao ozono, estabelece objectivos de longo prazo, valores alvo, limiares de alerta e informação ao público para as concentrações deste poluente no ar ambiente
- Proposta de directiva do Parlamento Europeu relativa à qualidade do ar ambiente [COM (2005) 447] – visa simplificar e clarificar toda a legislação sobre qualidade do ar, fundindo num só acto a directiva-quadro e as directivas-filhas. Entre outras medidas, impõe um reforço da vigilância às PM<sub>2,5</sub>.

» USEPA (US Environmental Protection Agency) – National Air Quality Standards (NAAQS)

Tabela 6: Tabela comparativa de valores limite de qualidade do ar definidos para alguns poluentes (concentrações médias no período de tempo referido)

| Poluente                | Directivas Comunitárias          | OMS- <i>Air Quality Guidelines</i> | USEPA – NAAQS*                   |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>PM<sub>10</sub></b>  | 50 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)  | 50 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)    | 150 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) |
|                         | 40 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)     | 20 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)       | 50 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)     |
| <b>PM<sub>2,5</sub></b> |                                  | 25 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)    |                                  |
|                         | 25 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)     | 10 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)       |                                  |
| <b>NO<sub>2</sub></b>   | 200 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)   | 200 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)     | 100 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)   |
|                         | 40 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)     | 40 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)       |                                  |
| <b>SO<sub>2</sub></b>   | 350 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)   | 500 µg/m <sup>3</sup> (10 minutos) | 80 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)    |
|                         | 125 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) | 20 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)    | 365 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) |
|                         | 20 µg/m <sup>3</sup> (1 ano)     |                                    |                                  |

|                      |  |                                 |
|----------------------|--|---------------------------------|
| <b>O<sub>3</sub></b> | 240 µg/m <sup>3</sup> (1 hora) limiar de alerta    | 235 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)  |
|                      | 180 µg/m <sup>3</sup> (1 hora) limiar informação   |                                 |
|                      | 120 µg/m <sup>3</sup> (8 horas) protecção da saúde | 100 µg/m <sup>3</sup> (8 horas) |
| <b>CO</b>            | 10mg/m <sup>3</sup> (8 horas)                      | 10 mg/m <sup>3</sup> (8 horas)  |
|                      |  | 40 mg/m <sup>3</sup> (1 hora)   |

\* Padrões primários: protecção da saúde humana

## 2.5.2 A nível Comunitário

Proporcionar à população um “ambiente em que o nível de poluição não provoque efeitos nocivos na saúde humana e no ambiente”, é o que se preconiza no Sexto Programa de Acção Comunitário em matéria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (2001-2010) “O Nosso Futuro, A Nossa Escolha” (6ºPAA). Este programa estabelece os objectivos para uma década e determina as acções que terão de ser adoptadas a fim de serem atingidos tais objectivos. A temática Ambiente e Saúde é um dos quatro domínios<sup>1</sup> prioritários que requer um maior esforço, sendo que a poluição atmosférica é um dos assuntos com maior destaque nessa área. (Comissão das Comunidades Europeias, 2001).

### a) Estratégia Europeia de Ambiente e Saúde

Com base nos compromissos assumidos pela Comunidade Europeia no 6ºPAA, e devido à complexidade das questões sobre o Ambiente e a Saúde nasceu a “Estratégia Europeia de Ambiente e Saúde”, que visa através do aumento do conhecimento científico das relações de causalidade e da intervenção integrada das políticas, contribuir para a promoção da qualidade de vida, reduzindo as situações de maior risco e potenciando as oportunidades de um ambiente mais saudável. Esta estratégia é também conhecida por “Iniciativa SCALE”:

- (**Science**): baseada na ciência;
- (**Children**): centrada nas crianças;
- (**Awareness**): promove a sensibilização das pessoas para a relação Ambiente - Saúde;

<sup>1</sup> Os outros domínios são: Combate às alterações climáticas; Protecção da natureza e da vida selvagem e Preservação dos recursos naturais e gestão dos resíduos

- (*Legal Instruments*): utiliza os instrumentos jurídicos previstos nos Tratados;
- (*Evaluation*): inclui uma avaliação contínua de eficácia e eficiência económica das acções em termos da redução da incidência de problemas de saúde relacionados com o ambiente.

Esta estratégia é baseada em ciclos, sendo que o primeiro previsto para 2004-2010 concentra-se em quatro domínios: doenças respiratórias infantis; asma e alergias; desenvolvimento neurológico; cancro infantil e desreguladores endócrinos. Esta estratégia refere a associação entre os dois primeiros domínios e a poluição do ar no exterior e no interior dos edifícios; a relação entre as perturbações no desenvolvimento neurológico e os metais pesados, dioxinas, pesticidas e outros compostos; e o facto de o cancro infantil poder estar relacionado com uma multiplicidade de agentes físicos, químicos e biológicos, como o consumo de tabaco pelos pais, a exposição dos pais a solventes entre outros.

Outro instrumento de iniciativa comunitária importante relacionando ambiente e saúde é o Plano de Acção Europeu Ambiente e Saúde 2004-2010 [COM (2004) 416 final] de 9 de Junho] que visa a promoção de um ambiente saudável, reduzindo os efeitos causados pela poluição ambiental na saúde dos cidadãos dos 25 Estados-Membros. Com a sua implementação, pretende-se reduzir o impacto das doenças. As medidas propostas compreendem a selecção e monitorização dos indicadores de saúde, de ambiente e das diversas vias de exposição, preconizando-se acções de investigação privilegiando doenças como asma/alergias, perturbações do desenvolvimento neurológico, cancro e perturbações do sistema endócrino, para além de se considerarem igualmente questões emergentes como as relacionadas com os efeitos das alterações climáticas sobre a saúde. Prevêem-se ainda acções de sensibilização aos riscos e a possibilidade de se instalar uma biomonitorização à escala europeia, a fim tornar possível medir a exposição aos poluentes existentes no ambiente (Agência Portuguesa do Ambiente, 2007).

#### *b) Programa CAFE – Ar limpo para a Europa*

O programa CAFE [COM (2001) 245] tem como objectivo geral o desenvolvimento de uma política integrada a longo prazo para proteger a saúde humana e o ambiente dos efeitos da poluição atmosférica. Essa política visa um elevado nível de



protecção do ambiente com base no princípio de precaução, tendo em conta os melhores dados científicos e técnicos disponíveis e a análise custo/benefício da acção ou inacção.

As principais prioridades numa primeira fase do programa (até 2004) diziam respeito ao ozono e às partículas, a par das preocupações remanescentes em relação à deposição de poluentes atmosféricos, que conduz, nomeadamente, à acidificação, à eutrofização, afectando recursos hídricos, solos e conduzindo e à deterioração do património cultural.

Na sequência deste programa, a Comissão Europeia examinou a legislação relativa à qualidade do ar na altura, e em que medida esta seria suficiente para atingir os objectivos descritos no 6º PAA até 2020. Esta análise realizada com base nas melhores informações científicas disponíveis, examinou as emissões futuras e os seus efeitos sobre a saúde e o ambiente, mostrando que a poluição atmosférica continuaria a ter repercussões negativas significativas. Este programa forneceu a base para a Estratégia Temática para a Qualidade do Ar adoptada em 2005 pela Comissão Europeia [COM (2005) 446 final].

A Estratégia Temática sobre a Poluição Atmosférica fixa objectivos em matéria de ambiente e saúde, bem como objectivos de redução das emissões para os principais poluentes. Estes objectivos serão alcançados por fases. Com os objectivos alcançados no cenário base de 2020, tendo como ano de referência o ano de 2000, os cidadãos europeus estarão protegidos da exposição às partículas em suspensão e ao ozono na atmosfera. Isto implica que a concentração de  $PM_{2,5}$  será reduzida em 75%, e a de ozono em 60%, em relação aos níveis de 2000, tendo em conta o que é tecnicamente viável em 2020. Há que ressaltar, que mesmo aplicando todas as medidas técnicas possíveis (*Maximum Technically Feasible Reduction* – MTFR [MAOTDR/IA, 2006], independentemente do custo, não será possível alcançar os objectivos ambiciosos do 6º PAA.

No que respeita aos efeitos na saúde dos poluentes atmosféricos, a estratégia fixa objectivos a longo prazo (2020) concretos com base no cenário do ano 2000. Em termos de esperança média de vida e número de anos de vida perdidos por exposição a Partículas a estratégia permitirá atingir melhorias de cerca de 50%. Quanto ao número de mortes relativamente ao ozono, apenas se espera uma melhoria de 10%. Espera-

se que, até 2020, com as medidas adoptadas, sejam poupados 1,1 milhões de anos de vida, 76 000 mortes prematuras e que a esperança média de vida diminua menos 2,5 meses do que o previsível, sem medidas de defesa do ambiente. [COM (2005) 446 final]

### 2.5.3 A nível Nacional

Seguindo a estratégia e o programa comunitário foi elaborado o Plano Nacional de Acção Ambiente e Saúde 2008-2013 (PNAAS) sob a coordenação conjunta do Ministério do Ambiente, do Ordenamento e do Desenvolvimento Regional (Agência Portuguesa do Ambiente) e do Ministério da Saúde (Direcção-Geral da Saúde).

O Projecto PNAAS fixa como desígnio, melhorar a eficácia das políticas de prevenção, controlo e redução de riscos para a saúde com origem em factores ambientais, promovendo a integração do conhecimento e a inovação assegurando a coerência com as políticas, planos e programas já existentes. Estabelece como objectivos:

- a) Intervir ao nível dos factores ambientais para promover a saúde da pessoa e das comunidades a eles expostos;
- b) sensibilizar, educar e formar os profissionais e a população em geral, por forma a minimizar os riscos para a saúde associados a factores ambientais;
- c) promover a adequação de políticas e a comunicação do risco;
- d) construir uma rede de informação que reforce o conhecimento das inter-relações Ambiente e Saúde.

Para a consecução dos objectivos, a estratégia adoptada é baseada na promoção da saúde, consubstanciada na educação para a saúde, protecção da saúde e prevenção da doença, alicerçada no conhecimento e na inovação das intervenções na interface Ambiente e Saúde (PNAAS, 2007).

O programa, estabelece *Domínios Prioritários* de intervenção na interface *Ambiente e Saúde*, associando determinadas doenças aos Domínios: Ar, Água, Solo e Sedimentos, Químicos, Alimentos, Espaços construídos e Radiações e desenvolvendo para cada um deles acções programáticas. Dentro do domínio *Ar* as acções são: Especialização de dados relativos à qualidade do ar, nomeadamente o desenvolvimento de

um sistema nacional de informação georreferenciada que identifique áreas de exce-  
dência e avalie a população exposta a níveis de poluentes atmosféricos acima dos  
regulamentados; Desenvolvimento de um sistema de informação e avaliação integrado  
e georreferenciado dos efeitos na saúde humana, a curto e longo prazo, associados à  
exposição aos poluentes atmosféricos no ar ambiente; Consolidação de um sistema a  
de previsão da qualidade do ar e alerta à população. (Resolução do Conselho de Minis-  
tros nº. 91/2008)

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 *Justificação e objectivos do estudo*

De acordo com a Sociedade Torácica Americana (STA, 2000), os indicadores de morbilidade podem estar ao nível das funções fisiológicas (por exemplo função respiratória), ao nível dos sintomas ou ao nível das consequências. Consistente com a ATS, a OMS refere que o uso de medicação do foro respiratório e cardíaco, enquadra-se na lista de efeitos (agudos) na saúde potencialmente relevantes para a avaliação do impacto da poluição atmosférica (OMS, 2000). Existem poucos estudos internacionais (Klot *et al*, 2002; Pitard *et al*, 2004; Vegni *et al* 2005; Zeghnoun *et al*, 1999) que utilizaram esta associação. Estes referem que a utilização da dispensa de medicamentos para o foro respiratório como indicador de saúde para estudar os efeitos da poluição atmosférica, pode ser vantajosa pelo facto de poder proporcionar um poder estatístico significativo. A vantagem parece ser mais evidente em cidades, ou zonas de dimensão média, em que as admissões hospitalares e a mortalidade diária são baixas. Por outro lado, os dados de vendas de medicamentos numa determinada região e durante um período de tempo, permitem estudar de forma indirecta as patologias que necessitam de medicação específica (Dias *et al*, 2007).

Pretende-se com este estudo avaliar se o indicador de saúde utilizado “consumo de medicação broncodilatadora e antiasmática” é adequado para estudar os efeitos da poluição atmosférica na saúde da população residente de catorze localidades portuguesas. Tendo em conta que este tipo de associação não se encontra ainda estudada, este estudo pretende ser de carácter exploratório, analisando-se *à posteriori* as suas limitações e incertezas. Pretende-se ainda investigar se a exposição da população ao factor ambiental, *Poluição Atmosférica* contribui para explicar possíveis flutuações na prescrição ou utilização de medicamentos do foro respiratório, nomeadamente de alguns broncodilatadores e antiasmáticos e se as relações encontradas entre a qualidade do ar e a utilização de medicamentos são causais ou aleatórias.

### ***3.2 Hipóteses de investigação***

O pressuposto da investigação é o de que nas zonas mais poluídas a prevalência e gravidade dos sintomas de doença respiratória é maior, por conseguinte o consumo de medicamentos do foro respiratório também será maior. Assim, o consumo de medicamentos será utilizado como indicador da prevalência de doença respiratória.

Por outro lado, as condições meteorológicas que se verificam nas estações mais frias do ano, em particular as temperaturas baixas e precipitação elevada, contribuem para a disseminação dos vectores de doença respiratória (vírus e bactérias) e consequentemente para um aumento da incidência de infecções das vias respiratórias. Nestas condições, dada a sua elevada sensibilidade, os doentes crónicos estarão mais susceptíveis, o que leva a um aumento e agravamento dos episódios de asma e DPOC, com consequente aumento do consumo de medicamentos.

As hipóteses que se pretendem então validar neste estudo são as seguintes:

- O consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos será maior nas zonas que apresentam maiores níveis de poluição;
- O consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos será maior nas épocas do ano mais frias;
- O consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos é maior na população mais sensível (crianças e idosos) das zonas mais poluídas.

### ***3.3 Desenho do estudo***

Como se pretende analisar associações ecológicas entre doença e exposição (ões), tendo em conta as suas alterações ao longo do tempo e em vários locais, o tipo de estudo epidemiológico mais adequado é o ecológico. Este tipo de estudo tem como unidade de análise não os indivíduos, mas grupos populacionais. Apesar deste tipo de estudo ser barato e fácil de conduzir, usado muitas vezes para fases iniciais de investi-

gação, não serve para transportar os dados para os indivíduos, e a possibilidade de erros e vieses é grande devido à dificuldade de se controlar adequadamente as possíveis variáveis de confusão. (Beaglehole R., Bonita R., Kjellström T., 1993; Mausner & Bahn, 1990).

“As informações, tanto sobre a exposição à poluição do ar quanto sobre os indicadores de doença ou evento de interesse, não estão disponíveis individualmente para cada participante, mas ao contrário para um agregado” (Albuquerque de Castro, *et al.*, 2003). Os grupos foram definidos como unidades geográficas e a análise baseia-se na comparação dos indicadores de exposição e doença nas diversas unidades ao longo de um período de tempo. A evidência de associação é obtida a partir da concordância entre essas variáveis.

Resumindo, e usando então a metodologia de um estudo ecológico, pretende-se correlacionar dados de qualidade do ar e dados de dispensa de medicamentos broncodilatadores e anti-asmáticos, ao longo de sessenta meses (2003-2007) em catorze unidades geográficas correspondentes a catorze concelhos portugueses.

Estes estudos têm todas as limitações inerentes ao facto de serem estudos observacionais. A maior limitação dos estudos ecológicos é o chamado viés ou falácia ecológica. A falácia ecológica resulta de se fazerem inferências causais em relação a indivíduos tendo como base observações de grupos e advém da distribuição heterogénea da exposição ao factor em estudo e outros cofactores dentro dos próprios grupos. Um outro importante problema metodológico dos estudos ecológicos prende-se com o controlo de variáveis de confusão. Este controlo é mais difícil em estudos ecológicos pela ausência de informação sobre a distribuição conjunta do factor em estudo e dos cofactores em causa. Por último, é também importante ter em conta que numa análise ecológica certas variáveis, tais como factores socio-demográficos e ambientais, tendem a estar mais fortemente correlacionados entre si do que em análises de base individual. A este fenómeno dá-se o nome de colinearidade e implica uma grande dificuldade em separar, estatisticamente, os efeitos específicos dessas variáveis. A colinearidade é, geralmente mais problemática quando se fazem análises ecológicas de grupos múltiplos, envolvendo um pequeno número de grupos grandes e heterogéneos (ex: distritos, países, etc).

Os métodos estatísticos mais usados neste tipo de estudo ecológico envolvem a utilização de métodos de correlação ou regressão e de modelos lineares, simples ou múltiplos, e é com base nestes métodos que é feita a análise estatística no presente estudo.

Os níveis de poluentes e as variáveis meteorológicas constituíram as variáveis independentes, também designadas daqui para a frente de “variáveis ambientais” enquanto o consumo médio *per capita* (*cpercap*) e consumo médio por habitante sensível (*cpercap2*) constituíram as variáveis dependentes. As variáveis dependentes foram calculadas com base nos dados de vendas de medicamentos (IMS®) e dados da população residente por ciclos de vida (INE, 2008).

Para a análise descritiva dos dados usou-se o EXCEL e para a análise de correlações e regressões utilizou-se o SPSS 16.0. A correlação de *Pearson*, o teste *t de Student* foram aplicados aos dados.

O coeficiente de correlação de *Pearson* pode ser entendido como uma medida do grau de relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias quantitativas e varia entre -1 e 1, sendo que o valor negativo significa uma relação inversamente proporcional e o valor positivo uma relação directamente proporcional. Quanto mais próximo estiver dos valores extremos tanto maior é a associação linear.

Em estatística, regressão é um método para se estimar o valor esperado de uma variável  $y$ , dados os valores de outras variáveis  $x$ . Na regressão linear considera-se que a relação da resposta às variáveis é uma função linear de alguns parâmetros. A equação que determina a relação entre as variáveis é dada por:  $y = b_0 + b_1x$ , em que os parâmetros são:  $y$  é a variável dependente,  $x$  a variável independente,  $b_0$  é um parâmetro que representa a ordenada na origem ou intercepção da recta no eixo das ordenadas e  $b_1$  outro parâmetro que representa o declive da recta. Esta equação descreve a relação absoluta das variáveis, no entanto também se vai utilizar a relação potência em que  $y = b_0 + b_1 \ln(X)$ . Para verificar se a variação verificada nos modelos obtidos através das regressões não é aleatória utilizou-se o teste *t-Student*. O valor de *p-value* permite-nos avaliar se a relação estatística verificada entre a variável dependente  $y$  e a variável independente  $x$  é significativa com intervalos de confiança de 95% ( $p\text{-value} < 0,05$ ) ou de 99% ( $p\text{-value} < 0,01$ ).

O resultado final de uma Regressão Linear Múltipla (RLM) é uma equação da recta que representa a melhor explicação do comportamento médio de uma variável dependente a partir de diversas variáveis independentes. Esta equação representa um modelo aditivo, no qual as variáveis explicativas (independentes) somam-se na explicação da variável critério. A equação da regressão linear pode ser representada por:  $y = a + b x_i + \hat{\epsilon}$  ( $i=1,2, \dots$ ), onde: “y” é a variável dependente; “a” é a constante, ou o intercepto entre a recta e o eixo ortogonal; “b” é o parâmetro, coeficiente padronizado de regressão; “x<sub>i</sub>” são as variáveis independentes e “ $\hat{\epsilon}$ ” é o erro ou resíduo, que se refere à diferença entre os valores observados e previstos. No entanto, estes modelos são baseados em pressupostos que deverão ser cuidadosamente revistos quando a análise é efectuada de modo a verificar a validade do modelo. Entre os pressupostos citados por Tabachnick e Fidell (1996), estão: a multicolinearidade e a singularidade (quando as variáveis estão excessivamente correlacionadas, quando são redundantes ou são combinações umas das outras), a homogeneidade nas variâncias (variáveis dependentes e independentes apresentam níveis equivalentes de variância), a normalidade (distribuição simétrica dos dados das variáveis) e a linearidade. Aplicando estes pressupostos ao estudo efectuado vão ser consideradas as interações existentes entre as diversas variáveis independentes (autocorrelação) e para o cumprimento da normalidade, proceder-se-á sempre que necessário à transformação de variáveis, aplicando funções exponenciais, logarítmicas ou outras.

Para as regressões lineares múltiplas utilizou-se o teste F. Este é um teste de análise da variância, no qual se compara a variação explicada com a variação não explicada da variável dependente. Utilizou-se o valor da estatística F para testar a significância global do modelo. Se este valor for inferior a 0,05 temos evidência estatística de a variação explicada pelo modelo ser causal com probabilidade de erro de 5%.

Nos pontos seguintes são apresentados em detalhe os dados utilizados para a análise correlacional.



## 4 CARACTERIZAÇÃO DAS BASES DE DADOS UTILIZADAS

Neste capítulo pretende-se descrever e caracterizar as bases de dados utilizadas no estudo de investigação efectuado: as vendas de medicamentos, a população utilizada para o cálculo das vendas/consumo *per capita*; os níveis de poluentes e os parâmetros meteorológicos.

### 4.1 *Vendas de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos*

A base de dados fornecida pela IMS® (International Medical Statistics Health Incorporated) possui dados mensais de Janeiro de 2003 até Dezembro de 2007, relativamente a "counting units" dos cinco grupos anatómicos referidos na tabela 7, a nível nacional e a nível de dezassete concelhos portugueses. O sistema de classificação utilizado na base de dados é o sistema de Classificação Anatómica (AC) da *European Pharmaceutical Marketing Research Association* (EphMRA). Este sistema é mundialmente utilizado pela IMS® nas estatísticas de pesquisa de mercado que fornece à indústria farmacêutica. A "counting unit" (CUNit) é a unidade usada por esta empresa para medir o consumo de medicamentos e corresponde ao número de doses de um medicamento dispensado. Esta unidade é obtida indirectamente através do número de embalagens dispensadas de princípio activo nas farmácias comunitárias, e é mais correcta do que o número de embalagens vendidas, uma vez que existem diferenças significativas na dimensão das embalagens. Não é no entanto uma unidade de medida perfeita, nem a aconselhada pela OMS (Dose Diária Definida -DDD). (OMS, 2003) A DDD é a média assumida de uma dose de manutenção diária para a sua indicação mais relevante, num adulto. Deste modo poderia obter-se DDD/1000 habitantes, o que podia providenciar uma estimativa da proporção da população estudada que é tratada diariamente com determinado medicamento, ou grupo de medicamentos. Ex: 10 DDD/1000 habitantes: 1% da população em média recebe o medicamento x diariamente.

Tal como dito anteriormente, a unidade de medida “counting unit” corresponde ao número de doses dispensadas nas farmácias e não ao seu consumo. Os doentes poderão comprar os medicamentos prescritos pelo médico, mas não terem uma adesão eficaz ao tratamento farmacológico, podendo não os tomar devidamente ou nem sequer os tomar, quando os sintomas da doença desaparecem ou atenuam. No entanto, no âmbito deste estudo partir-se-á do pressuposto que vendas correspondem a consumos, falando-se em “consumos médios por habitante”.

Para se poder fazer comparações entre os dados dos dezassete concelhos constantes da base de dados utilizou-se o *consumo médio mensal per capita* dos medicamentos constantes da tabela 7. Foi este o indicador de saúde utilizado. Para o cálculo do consumo médio mensal dos medicamentos por localidade, utilizaram-se dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, Estimativas Anuais da População Residente; 2008) para o período do estudo. Esta variável irá ser designada por *cpercap* no estudo. Calculou-se ainda outra variável, tendo em conta apenas a população considerada mais sensível a doenças respiratórias (menores de 14 anos e maiores de 65 anos) para cada uma das localidades, utilizando-se também dados do Instituto Nacional de Estatística (tabela 8). A esta segunda variável de consumo deu-se a designação de *cpercap2* ou *consumo médio por habitante sensível*.

De referir, ainda o facto de que dos dezassete concelhos constantes da base de dados inicial, se terem eliminado três do estudo efectuado, a saber: Palmela, Sintra e Viseu. Os motivos relacionam-se com a ausência de estações de monitorização da qualidade do ar (Viseu), com a ausência de dados válidos de medição de poluentes (a estação de Palmela apenas entrou em funcionamento em 2007) ou com a própria validade dos dados fornecidos de consumo de medicamentos (Sintra), em que se verificou que os valores do consumo de medicamentos eram bastante abaixo do esperado, e contrastando significativamente com os valores dos outros concelhos portugueses.

Tabela 7: Medicamentos incluídos na base de dados

| Código EphM-RA /PBIRG<br>Anatomical Classification | Nome subgrupo  | Princípios activos mais representativos          | Exemplo de marcas comercializadas                                     | Formas farmacêuticas  |
|--|--|--|---|---|
| R03A2  | Estimulantes $\beta$ -2 sistémicos (também designados de Agonistas adrenérgicos beta-2 selectivos) | Salbutamol,<br><br>Clenbuterol                   | Ventilan,<br><br>Broncoterol  | Comprimidos, solução injectável, solução para perfusão e xarope   |
| R03A3  | Estimulantes $\beta$ -2 longa acção inaladores   | Procaterol, Salmeterol,<br><br>Formoterol        | Onsudil<br>Serevent, Dilamax<br><br>Asmatec, Oxis<br>Turbohaler       | Sol. p. inalação p/nebuliz.; Sol. pressurizada p. inalação, cápsulas para inalação  |
| R03A4  | Estimulantes $\beta$ -2 curta acção inaladores   | Salbutamol<br><br>Terbutalina                    | Ventilan Rotacaps,<br>Salbutamol Novolizer<br><br>Bricanyl Turbohaler | Pó para inalação, cápsulas a serem usadas para inalação; suspensão pressurizada para inalação, cápsulas a serem usadas para inalação; |
| R03D1  | Corticosteróides inalados  | Beclometasona,<br>Fluticasona,<br><br>Budesonida | Beclotaide<br>Asmatil, Bisovent,<br>Flixotaide<br>Pulmicort           | Solução pressurizada para inalação, Pó para inalação,   |
| R03J2  | Antileucotrienos anti-asmáticos sistémicos   | Montelukaste, Zafirlucaste                       | Singulair<br>Accolate   | Comprimidos   |

R: Sistema Respiratório

R03: Antiasmáticos e medicamentos para Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC)

Tabela 8: Evolução ao longo dos anos da população residente e da população mais sensível (&lt;14 anos e &gt;65 anos) para o período do estudo (2003-2007)

| Localidade | 2003  |             | 2004  |             | 2005  |             | 2006  |             | 2007  |             |
|------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
|            | Total | 0-14<br>>65 | Total | 0-14<br>>65 | Total | 0-14<br>>65 | Total | 0-14<br>>65 | Total | 0-14<br>>65 |
| Alandroal  | 6339  | 2614        | 6293  | 2599        | 6210  | 2565        | 6187  | 2576        | 6123  | 2540        |
| Alcoutim   | 3482  | 1652        | 3411  | 1613        | 3347  | 1583        | 3272  | 1543        | 3186  | 1491        |

|  |         |         |          |         |          |         |          |         |          |         |
|--|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Amadora                                  | 176670  | 53428   | 176239   | 54152   | 175490   | 54524   | 174511   | 54853   | 173413   | 55322   |
| Chamusca                                 | 11373   | 4017    | 11313    | 3980    | 11233    | 3965    | 11157    | 3943    | 11073    | 3924    |
| Estarreja                                | 28236   | 9364    | 28279    | 9370    | 28323    | 9353    | 28332    | 9375    | 28300    | 9307    |
| Faro                                     | 58060   | 17712   | 58305    | 17875   | 58554    | 18180   | 58664    | 18417   | 58739    | 18676   |
| Leiria                                   | 123145  | 53428   | 124701   | 39661   | 125949   | 40084   | 127035   | 40613   | 127919   | 41008   |
| Lisboa                                   | 540022  | 197210  | 529485   | 195724  | 519795   | 193599  | 509751   | 191431  | 499700   | 189134  |
| Maia                                     | 127369  | 37430   | 130254   | 38701   | 133048   | 39891   | 135700   | 41020   | 138226   | 42264   |
| Porto                                    | 244998  | 80944   | 238954   | 79438   | 233465   | 77900   | 227790   | 76133   | 221800   | 74240   |
| Santiago do Cacém                        | 30305   | 9927    | 30203    | 9979    | 30069    | 9975    | 29919    | 9930    | 29698    | 9903    |
| Setúbal                                  | 118696  | 36446   | 120117   | 37241   | 121384   | 38018   | 122554   | 38750   | 123564   | 39547   |
| Sines                                    | 13531   | 4105    | 13613    | 4156    | 13645    | 4179    | 13674    | 4190    | 13681    | 4209    |
| Viana do Castelo                         | 89962   | 28722   | 90654    | 28956   | 91053    | 29025   | 91238    | 28944   | 91390    | 29026   |
| Total Nacional<br>(Continente Português) | 9991654 | 3254072 | 10043763 | 3282665 | 10082154 | 3299848 | 10110271 | 3312595 | 10126880 | 3325713 |

## 4.2 Dados de Saúde

Foram ainda seleccionados outros dados de saúde, por cada ano do estudo (2003-2007) e para cada uma das localidades enunciados na tabela 9. Estes indicadores servirão para relacionar com os dados de consumo de medicamentos e verificar se eventuais variações regionais no consumo poderão ser explicadas por variáveis como: acessibilidade a cuidados de saúde, nível socioeconómico ou educacional e taxa de mortalidade.

De entre os indicadores socioeconómicos seleccionou-se o ganho médio mensal (em euros) por localidade (período de referência: 2004, INE). Seria pertinente incluir mais factores, nomeadamente factores que reflectissem o nível educacional das populações, no entanto tais dados não se encontram desagregados por município.

Relativamente à acessibilidade aos cuidados de saúde seleccionou-se duas variáveis: número de Farmácias e postos farmacêuticos móveis por 1000 habitantes por localização geográfica e número de Médicos por 1000 habitantes por local de residência. Inclui-se ainda como variável a Taxa bruta de mortalidade (‰) por local de residência. Todos estes dados foram retirados também do Instituto Nacional de Estatística (URL6) e encontram-se na tabela seguinte (tabela 9).

Tabela 9: Indicadores de Saúde

| Período de referência dos dados | NUTS 2002 completa (lista cumulativa - PT, NUTS I, II, III, CC, FR) | Farmácias e postos farmacêuticos móveis por 1000 habitantes (N.º) por Localização geográfica | Taxa bruta de mortalidade (‰) por Local de residência | Médicos por 1000 habitantes (N.º) por Local de residência | Ganho médio mensal (€) por Localização geográfica (1) |
|---------------------------------|---|--|---|---|---|
|                                 |   | N.º  | ‰   | N.º   | €   |
| 2007                            | Continente  | 0,29   | 9,80  | 3,64  | x   |
|                                 | Viana do Castelo  | 0,24   | 9,50  | 3,38  | x   |
|                                 | Maia  | 0,16   | 6   | 4,65  | x   |
|                                 | Porto   | 0,52   | 13,20   | 18,15   | x   |
|                                 | Estarreja   | 0,21   | 10,40   | 1,31  | x   |
|                                 | Leiria  | 0,22   | 8   | 2,69  | x   |
|                                 | Amadora   | 0,23   | 8,60  | 2,90  | x   |
|                                 | Lisboa  | 0,61   | 14,50   | 15,07   | x   |
|                                 | Setúbal   | 0,24   | 9,40  | 3,53  | x   |
|                                 | Santiago do Cacém   | 0,37   | 12,30   | 1,82  | x   |
|                                 | Sines   | 0,22   | 11,20   | 1,61  | x   |
|                                 | Alandroal   | 0,65   | 15,40   | 0,82  | x   |
|                                 | Chamusca  | 0,90   | 14,30   | 0,63  | x   |
|                                 | Alcoutim  | 0,63   | 26,30   | 1,57  | x   |
|                                 | Faro  | 0,29   | 11  | 8,16  | x   |
| 2006                            | Continente  | 0,29   | 9,60  | 3,55  | x   |
|                                 | Viana do Castelo  | 0,24   | 9,40  | 3,34  | x   |
|                                 | Maia  | 0,16   | 6,10  | 4,57  | x   |
|                                 | Porto   | 0,51   | 12,50   | 17,56   | x   |
|                                 | Estarreja   | 0,21   | 9,80  | 1,24  | x   |
|                                 | Leiria  | 0,22   | 8   | 2,58  | x   |
|                                 | Amadora   | 0,22   | 7,80  | 2,95  | x   |
|                                 | Lisboa  | 0,60   | 14,20   | 14,42   | x   |
|                                 | Setúbal   | 0,25   | 9,30  | 3,53  | x   |
|                                 | Santiago do Cacém   | 0,37   | 11,20   | 1,74  | x   |
|                                 | Sines   | 0,22   | 11,30   | 1,32  | x   |
|                                 | Alandroal   | 0,65   | 11,90   | 0,81  | x   |
|                                 | Chamusca  | 0,90   | 14,20   | 0,72  | x   |
|                                 | Alcoutim  | 0,61   | 26,30   | 1,53  | x   |
|                                 | Faro  | 0,29   | 10,30   | 7,79  | x   |
| 2005                            | Continente  | 0,30   | 10,20   | 3,50  | x   |
|                                 | Viana do Castelo  | 0,20   | 9,50  | 3,20  | x   |
|                                 | Maia  | 0,20   | 6,50  | 4,50  | x   |
|                                 | Porto   | 0,50   | 12,50   | 16,90   | x   |
|                                 | Estarreja   | 0,20   | 10,60   | 1,10  | x   |
|                                 | Leiria  | 0,20   | 7,90  | 2,50  | x   |
|                                 | Amadora   | 0,20   | 8,40  | 2,90  | x   |
|                                 | Lisboa  | 0,60   | 14,70   | 13,90   | x   |
|                                 | Setúbal   | 0,20   | 9,90  | 3,50  | x   |

|      |                   |      |       |       |         |
|------|-------------------|------|-------|-------|---------|
| 2004 | Santiago do Cacém | 0,40 | 12,40 | 1,60  | x       |
|      | Sines             | 0,20 | 12,70 | 1,30  | x       |
|      | Alandroal         | 0,60 | 17,40 | 0,80  | x       |
|      | Chamusca          | 0,90 | 15,20 | 0,70  | x       |
|      | Alcoutim          | 0,60 | 21,90 | 1,50  | x       |
|      | Faro              | 0,30 | 10,60 | 7,70  | x       |
|      | Continente        | 0,30 | 9,70  | 3,40  | 879,60  |
|      | Viana do Castelo  | 0,20 | 8,10  | 3,20  | 727,80  |
|      | Maia              | 0,20 | 6,10  | 4,30  | 891,50  |
|      | Porto             | 0,50 | 11,70 | 16,20 | 1050,20 |
|      | Estarreja         | 0,20 | 11,20 | 1,20  | 878,80  |
|      | Leiria            | 0,20 | 7,50  | 2,50  | 801,60  |
|      | Amadora           | 0,20 | 8,10  | 2,90  | 1045,10 |
|      | Lisboa            | 0,60 | 14,10 | 13,50 | 1323,30 |
|      | Setúbal           | 0,20 | 9,50  | 3,30  | 946,40  |
|      | Santiago do Cacém | 0,40 | 11,90 | 1,30  | 707,50  |
|      | Sines             | 0,20 | 10,70 | 1,40  | 1121,60 |
|      | Alandroal         | 0,60 | 13,80 | 0,80  | 642,40  |
|      | Chamusca          | 0,90 | 14,40 | 0,60  | 617,50  |
| 2003 | Alcoutim          | 0,60 | 25,20 | 1,50  | 645     |
|      | Faro              | 0,30 | 10,10 | 7,50  | 902,80  |
|      | Continente        | 0,30 | 10,40 | 3,40  | x       |
|      | Viana do Castelo  | 0,20 | 9,10  | 3     | x       |
|      | Maia              | 0,10 | 6,40  | 4,30  | x       |
|      | Porto             | 0,50 | 12,50 | 15,70 | x       |
|      | Estarreja         | 0,20 | 10,50 | 1,10  | x       |
|      | Leiria            | 0,20 | 8,30  | 2,50  | x       |
|      | Amadora           | 0,20 | 8,10  | 3     | x       |
|      | Lisboa            | 0,60 | 14,80 | 13    | x       |
|      | Setúbal           | 0,20 | 9,80  | 3,20  | x       |
|      | Santiago do Cacém | 0,40 | 11,90 | 1,30  | x       |
|      | Sines             | 0,20 | 13,30 | 1,50  | x       |
|      | Alandroal         | 0,60 | 17,80 | 0,60  | x       |
|      | Chamusca          | 0,90 | 13,20 | 0,60  | x       |
|      | Alcoutim          | 0,60 | 26,10 | 1,40  | x       |
|      | Faro              | 0,30 | 10,20 | 7,50  | x       |

Farmácias e postos farmacêuticos móveis por 1000 habitantes (N.º) por Localização geográfica. Fonte: INE, Estatísticas das Farmácias

Taxa bruta de mortalidade (‰) por Local de residência. Fonte: INE, Indicadores Demográficos

Médicos por 1000 habitantes (N.º) por Local de residência. Fonte: INE, Estatísticas do Pessoal de Saúde

Ganho médio mensal (€) por Localização geográfica. Fonte: MTSS / Gabinete de Estratégia e Planeamento

É de realçar o facto de que os indicadores de saúde referidos acima não serem os mais indicados para o estudo, sendo no entanto os possíveis. Seria mais relevante avaliar possíveis relações do consumo médio *per capita* dos medicamentos com as taxas

de incidência ou prevalência das doenças respiratórias por cada ano (2003 a 2007). No entanto, tais indicadores não se encontram disponíveis no nosso país, e ainda menos desagregados por concelho e por ano.

A par destes indicadores ainda se seleccionaram outros, adaptados do projecto GEOFASES (Análise Geográfica de Factores Ambientais e Socioeconómicos em Saúde) relativos à análise da mortalidade e internamentos hospitalares por doenças respiratórias [J00-J99 ou doenças do aparelho respiratório de acordo com a CID-10 (Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde)] por concelhos de Portugal Continental entre 2000 e 2004 (figura 3); e outros indicadores adaptados das estatísticas da Direcção-Geral da Saúde (Direcção-Geral da Saúde, 2003; Direcção-Geral da Saúde, 2004) (tabela 10) correspondentes a Taxa de Mortalidade Padronizada para doença respiratória [Bronquite crónica, bronquite não especificada, enfisema e asma (J40-J43 da CID-10) por sub-regiões de saúde em 2003 e 2004]. A padronização da taxa de mortalidade é um procedimento utilizado para eliminar o efeito resultante da diferente estrutura etária (ou outra) quando se pretende comparar a ocorrência de um fenómeno (morte, doença) em diversas populações. Sistematizando os indicadores são:

- Taxa de Mortalidade por Doenças Respiratórias (Óbitos/100 000 Habitantes)
- Taxa de Internamento por Doenças Respiratórias (Internamentos/100 000 Habitantes)
- Taxa de Mortalidade Padronizada por sub-região de saúde (TPM)

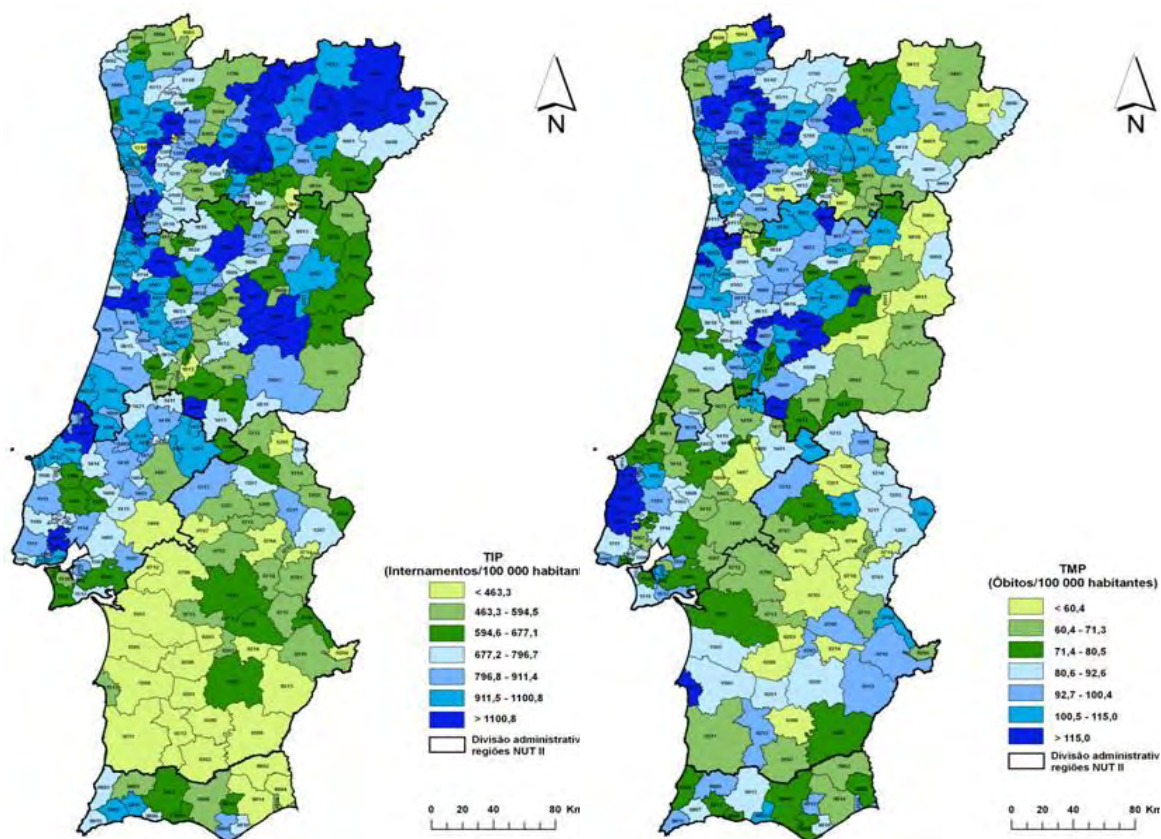


Figura 3: Taxa de Mortalidade por Doenças Respiratórias (Óbitos/100 000 Habitantes) e Taxa de Internamento por Doenças Respiratórias (Internamentos/100 000 Habitantes) 2000-2004. Retirado de GEOGASES, 2008

Tabela 10: Taxa de mortalidade padronizada (Bronquite crónica, bronquite não especificada, enfisema e asma (J40-J43) por sub-regiões de saúde (2003, 2004 e 2005). Retirado de Elementos Estatísticos: Informação Geral: Saúde 2003, 2004 e 2005 Direcção de Serviços de Epidemiologia e Estatísticas de Saúde, Divisão de Estatísticas de Saúde Direcção-Geral da Saúde

|                         | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------------------------|------|------|------|
| <b>Braga</b>            | 4,0  | 3,3  | 3,2  |
| <b>Bragança</b>         | 1,3  | 3,5  | 5,4  |
| <b>Porto</b>            | 5,6  | 5,0  | 3,7  |
| <b>Viana do Castelo</b> | 4,4  | 2,9  | 4,0  |
| <b>Vila Real</b>        | 7,4  | 5,6  | 7,9  |
| <b>Aveiro</b>           | 5,5  | 4,2  | 4,7  |
| <b>Castelo Branco</b>   | 2,9  | 2,7  | 3,1  |
| <b>Coimbra</b>          | 3,4  | 2,8  | 3,6  |
| <b>Guarda</b>           | 4,6  | 3,5  | 4,1  |
| <b>Leiria</b>           | 2,4  | 2,8  | 2,3  |
| <b>Viseu</b>            | 4,7  | 3,1  | 3,9  |



|                   |            |            |            |
|-------------------|------------|------------|------------|
| <b>Lisboa</b>     | 3,0        | 3,1        | 2,9        |
| <b>Santarém</b>   | 2,9        | 1,8        | 2,7        |
| <b>Setúbal</b>    | 2,3        | 3,0        | 4,1        |
| <b>Beja</b>       | 4,7        | 3,1        | 2,0        |
| <b>Évora</b>      | 2,5        | 2,5        | 2,8        |
| <b>Portalegre</b> | 5,1        | 2,3        | 4,9        |
| <b>Faro</b>       | 1,7        | 3,2        | 1,8        |
| <b>Continente</b> | <b>3,8</b> | <b>3,4</b> | <b>3,5</b> |

### **4.3 *Dados de Qualidade do Ar***

As concentrações dos diversos poluentes atmosféricos no meio ambiente, num determinado local, resultam das emissões que têm lugar na sua proximidade e do transporte e dispersão dos poluentes a partir de locais mais afastados, sendo também significativamente dependentes das condições meteorológicas. O conceito de qualidade do ar pretende traduzir o nível de alteração da camada superficial da atmosfera (troposfera).

O Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho, define as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar e levou à divisão do território em Zonas e Aglomerações, sujeitando-as a uma avaliação obrigatória da qualidade do ar. Estas áreas são definidas neste diploma como:

- Zonas – áreas geográficas de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional;
- Aglomerações – zonas caracterizadas por um número de habitantes superior a 250 000 ou em que a população seja igual ou fique aquém de tal número de habitantes, desde que não inferior a 50 000, sendo a densidade populacional superior a 500 habitantes/ km<sup>2</sup>.

Existem doze aglomerações no território continental, localizadas sobretudo na faixa litoral e uma aglomeração na região autónoma da Madeira. Quanto a zonas foram consideradas as divisões administrativas, as delimitações das áreas de jurisdição das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e os limites dos concelhos, de modo a que cada zona pertença apenas à área de jurisdição de uma CCDR (Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve) e que cada zona seja constituída por um conjunto de concelhos.

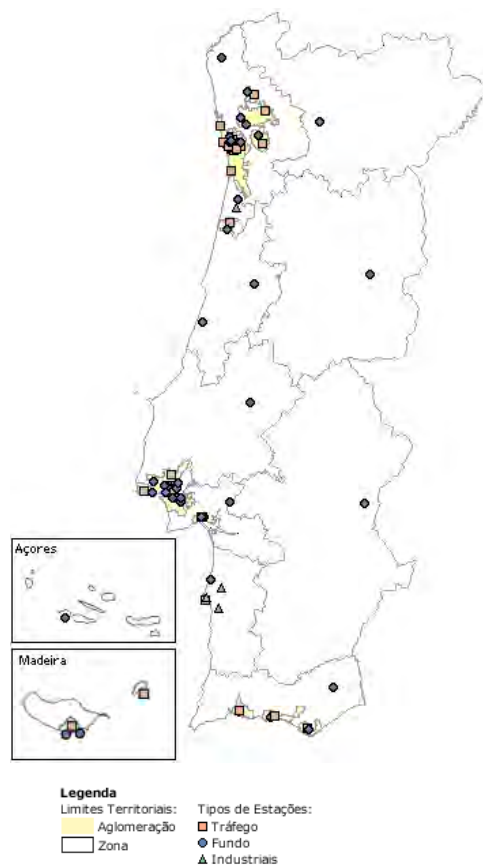


Figura 4: Zonas e Aglomerações do território português (retirado de QualAr, 2009)

As directivas-filhas transportas para o direito português permitiram estabelecer valores limite para alguns poluentes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ , chumbo, CO, benzeno, metais pesados e PAH) no ar ambiente e permitiram estabelecer objectivos a longo prazo, valores alvo, limiares de alerta e limiar de informação para as concentrações do ozono no ar ambiente.

A avaliação da qualidade do ar pode ainda ser feita com base em campos de concentração ao longo do tempo e do espaço, definidos a partir da combinação de dados meteorológicos e de qualidade do ar monitorizados e modelização à escala local e regional. Ou seja dispomos de duas ferramentas distintas, mas complementares: as redes de medição da qualidade do ar e os modelos regionais de transporte e dispersão.

As redes de monitorização da qualidade do ar permitem avaliar as tendências das concentrações dos poluentes ao longo do tempo, e detectar eventuais limiares de alerta e/ou informação ao público. É um tipo de monitorização permanente, efectuada

por analisadores de funcionamento contínuo instalados em abrigos, sendo os dados recolhidos remotamente para um computador que armazena todos os dados medidos.

Numa rede de um modo geral as estações podem ser classificadas segundo três critérios:

- Tipo de estação (tráfego, industrial, de fundo)
- Tipo de zona (urbana, suburbana, rural)
- Características da zona (residencial, industrial, comercial, agrícola e remota)

Os poluentes monitorizados em cada posto ou estação deverão estar de acordo com as fontes poluidoras existentes nesse local. Deste modo, numa estação de tipo “tráfego” a variação dos poluentes reflecte a intensidade de tráfego, numa estação de tipo “industrial”, a variação dos poluentes traduz a intensidade de uma actividade industrial, enquanto que as estações de “fundo” apresentam concentrações mais baixas, não estando directamente relacionadas com uma fonte específica.

Segundo Ferreira (2007) “As redes nacionais actuais de monitorização da qualidade do ar, localizadas nas cidades não estão convenientemente adaptadas à escala regional em termos de representatividade e, por outro lado, necessitam de um conhecimento da composição química mais vasto e geral. As medições de poluentes para avaliação da qualidade do ar em áreas rurais são ainda praticamente inexistentes, o que constitui uma limitação à avaliação da poluição à escala regional “.

Com base nas informações das estações de monitorização, recolhidas pelas CCDR, a Agência Portuguesa do Ambiente disponibiliza o Índice diário da Qualidade do Ar (IQar). Os poluentes englobados neste índice são: NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO e PM<sub>10</sub> e o IQar de uma determinada área resulta da média aritmética calculada para cada um dos poluentes medidos em todas as estações da rede dessa área. Os valores assim determinados são comparados com as gamas de concentrações associadas a uma escala de cores, sendo os poluentes com a concentração mais elevada os responsáveis pelo índice. Esta é uma ferramenta simples que permite ao público em geral uma fácil compreensão do estado da qualidade do ar, especialmente das aglomerações existentes no país, mas também de algumas zonas industriais e cidades. Esta informação é disponibilizada através de uma base de dados on-line sobre qualidade do ar, *QualAr*. Esta base

de dados permite ainda consultar os dados por poluente e por estação e todos os históricos associados.

Os dados de poluição atmosférica dos anos de 2003 a 2007 foram obtidos da base de dados *QualAr*, (URL4) referida no parágrafo anterior. A partir das médias horárias dos poluentes das estações de monitorização da qualidade do ar da tabela 9 calcularam-se valores médios mensais para quatro poluentes: NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub> (a partir da média diurna 8h-20h) e benzeno. Utilizaram-se os dados das estações de fundo, com excepção para algumas localidades em que não existem estações com este tipo de influência. Como já foi referido, a escolha deste tipo de estação tem a ver com o facto de estas apresentarem concentrações mais baixas, não estando directamente relacionadas com nenhuma fonte específica.

Em algumas estações não foi possível obter dados suficientes para alguns poluentes no período a que o estudo se pretende reportar (2003-2007). Para o poluente benzeno foi apenas possível obter valores para Lisboa e Amadora, embora nesta última localidade os dados disponíveis serem reduzidos. Nas localidades com mais de uma estação de monitorização calcularam-se as médias dos diversos poluentes.

Na tabela seguinte (tabela 11) encontram-se as estações de monitorização da qualidade do ar utilizadas no estudo e o período a partir do qual existem medições dos poluentes.

Tabela 11: Estações de monitorização da qualidade do ar utilizadas no estudo

| Estação                  | Tipo de Influência | Período a partir do qual há registo de medições |                  |              |         |
|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------|---------|
|                          |                    | NO <sub>2</sub>                                 | PM <sub>10</sub> | Ozono        | Benzeno |
| Alandroal - Terena       | Fundo              | Fev. 2005                                       | Fev. 2005        | Fev. 2005    | -       |
| Alcoutim - Cerro         | Fundo              | Out. 2004                                       | Out. 2004        | Out. 2004    | -       |
| Amadora - Alfragide      | Fundo              | 1998  | 1999             | 1998         | 1997    |
| Amadora - Reboleira      | Fundo              | 2001  | 2001             | 2001         | -       |
| Chamusca                 | Fundo              | 2002  | 2002             | 2002         | -       |
| Estarreja -Teixugueira   | Industrial         | 1990  | 2002             | 1997         | -       |
| Faro - Joaquim Magalhães | Fundo              | Agosto 2004                                     | Agosto 2004      | Agosto 2004  | -       |
| Leiria - Ervedeira       | Fundo              | Janeiro 2003                                    | Janeiro 2003     | Janeiro 2003 |         |
| Lisboa - Beato           | Fundo              | 1992  | 1998             | -            | 2003    |

|                                   |            |            |            |            |   |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|---|
| Lisboa - Chelas                   | Fundo      | 1992       | -          | -          | - |
| Lisboa - Olivais                  | Fundo      | 1992       | 1999       | 2002       | - |
| Lisboa - Restelo                  | Fundo      | 2002       | 2006       | 2002       | - |
| Maia - Vila Nova da Telha         | Fundo      | 1999       | 1999       | 1999       | - |
| Porto - Antas                     | Tráfego    | 2000       | 2000       | 2000       | - |
| Santiago do Cacém - Monte Velho   | Fundo      | 1987       | Março 2005 | 1987       | - |
| Santiago do Cacém - Sonega        | Industrial | 1987       | -          | 1987       | - |
| Setúbal - Arcos                   | Fundo      | 2002       | 2008       | 2002       | - |
| Setúbal - Camarinha               | Fundo      | 2002       | 2002       | 2002       | - |
| Sines - Monte Chãos               | Industrial | 1987       | -          | 1987       | - |
| Viana do Castelo Senhora do Minho | Fundo      | Março 2005 | Março 2005 | Março 2005 | - |

É de notar o facto de localidades como Alandroal, Alcoutim, Faro e Viana do Castelo não possuírem medições dos poluentes em causa para determinados períodos de tempo ao longo dos cinco anos. Isto levou a que a que do ponto de vista estatístico, o número de casos relativamente baixo face às outras localidades impossibilitasse uma análise destas localidades, sendo excluídas do estudo (tabela 12). No caso de Santiago do Cacém os valores de PM<sub>10</sub> são reduzidos e no caso de Sines não há sequer medições para este poluente. No entanto estas localidades foram incluídas no estudo e os outros poluentes analisados.

Tabela 12: Número de casos válidos para cada um dos poluentes por localidade

|                        | Alandroal | Alcoutim | Amadora | Chamusca | Estarreja | Faro | Leiria | Lisboa | Maia | Porto | Santiago do Cacém | Setúbal | Sines | Viana do Castelo |
|------------------------|-----------|----------|---------|----------|-----------|------|--------|--------|------|-------|-------------------|---------|-------|------------------|
| <b>O<sub>3</sub></b>   | 33        | 35       | 60      | 60       | 60        | 41   | 51     | 60     | 60   | 59    | 60                | 60      | 60    | 23               |
| <b>NO<sub>2</sub></b>  | 24        | 32       | 60      | 60       | 60        | 34   | 53     | 60     | 60   | 60    | 60                | 60      | 60    | 24               |
| <b>PM<sub>10</sub></b> | 23        | 38       | 60      | 60       | 60        | 41   | 55     | 60     | 56   | 60    | 33                | 46      | 0     | 24               |

Nas tabelas 13 e 14 apresentam-se a estatística descritiva para cada poluente e localidade.

Foram calculados valores médios mensais com base em dois critérios:

1. Valores médios diários dos poluentes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): em diante designados por Variáveis Independentes A
2. Valores máximos diários dos poluentes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) em diante designados por Variáveis Independentes B

Tabela 13: Estatística descritiva dos valores das variáveis “poluentes” por localidade tendo em conta o primeiro critério - Variáveis Independentes A

|                      |                  | N  | Média        | Moda               | Desvio<br>Padrão | Mínimo | P25   | Mediana<br>=P50 | P75   | Máximo |
|----------------------|------------------|----|--------------|--------------------|------------------|--------|-------|-----------------|-------|--------|
| Amadora              | O <sub>3</sub>   | 60 | 49,89        | 21,56 <sup>a</sup> | 14,53            | 21,56  | 40,85 | 72,40           | 50,68 | 62,54  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | <u>34,09</u> | 15,26 <sup>a</sup> | 10,97            | 15,26  | 24,27 | 61,04           | 33,35 | 41,84  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | 29,59        | 13,97 <sup>a</sup> | 7,46             | 13,97  | 24,11 | 50,21           | 29,27 | 34,26  |
| Chamusca             | O <sub>3</sub>   | 60 | <u>70,54</u> | 39,42 <sup>a</sup> | 14,69            | 39,42  | 57,35 | 101,83          | 70,29 | 83,02  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 6,13         | 0,92 <sup>a</sup>  | 2,01             | 0,92   | 5,02  | 9,83            | 6,18  | 7,48   |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | 22,60        | 11,85 <sup>a</sup> | 7,41             | 11,85  | 17,89 | 59,83           | 21,17 | 26,01  |
| Estarreja            | O <sub>3</sub>   | 60 | 49,59        | 9,27 <sup>a</sup>  | 15,36            | 9,27   | 39,44 | 85,39           | 51,80 | 60,92  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 21,69        | 12,01 <sup>a</sup> | 6,28             | 12,01  | 16,47 | 36,13           | 20,37 | 26,68  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | <u>39,52</u> | 19,85 <sup>a</sup> | 11,76            | 19,85  | 28,62 | 64,27           | 38,05 | 49,99  |
| Leiria               | O <sub>3</sub>   | 51 | 59,06        | 36,10 <sup>a</sup> | 12,30            | 36,10  | 47,99 | 78,89           | 61,26 | 69,88  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 53 | 8,70         | 5,07               | 4,11             | 3,06   | 5,47  | 22,99           | 8,00  | 10,91  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 55 | 28,54        | 21,79              | 10,01            | 4,20   | 22,59 | 71,39           | 27,56 | 33,01  |
| Lisboa               | O <sub>3</sub>   | 60 | 51,22        | 19,92 <sup>a</sup> | 15,49            | 19,92  | 36,06 | 74,89           | 54,48 | 62,80  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 29,22        | 11,26 <sup>a</sup> | 8,64             | 11,26  | 22,43 | 48,25           | 29,02 | 34,59  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | 29,39        | 0,11 <sup>a</sup>  | 7,72             | 0,11   | 25,30 | 50,86           | 28,70 | 34,58  |
| Maia                 | O <sub>3</sub>   | 60 | 46,09        | 21,60 <sup>a</sup> | 13,01            | 21,60  | 35,50 | 70,29           | 45,11 | 56,05  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 19,69        | 7,38 <sup>a</sup>  | 6,26             | 7,38   | 13,72 | 33,17           | 19,93 | 24,31  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 56 | 35,10        | 17,72 <sup>a</sup> | 8,91             | 17,72  | 28,13 | 58,30           | 34,61 | 40,34  |
| Porto                | O <sub>3</sub>   | 59 | 35,17        | 13,60 <sup>a</sup> | 11,63            | 13,60  | 24,25 | 56,22           | 35,32 | 46,09  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | <u>46,77</u> | 31,95 <sup>a</sup> | 7,90             | 31,95  | 40,81 | 68,17           | 45,51 | 52,69  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | <u>39,67</u> | 22,59 <sup>a</sup> | 8,77             | 22,59  | 33,34 | 60,01           | 40,48 | 46,11  |
| Santiago do<br>Cacém | O <sub>3</sub>   | 60 | 60,93        | 35,15 <sup>a</sup> | 11,09            | 35,15  | 52,68 | 87,97           | 60,59 | 69,21  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 4,35         | 0,28 <sup>a</sup>  | 2,51             | 0,28   | 2,75  | 10,50           | 4,05  | 5,01   |
|                      | PM <sub>10</sub> | 33 | 29,37        | 17,90 <sup>a</sup> | 6,66             | 17,90  | 25,51 | 52,53           | 28,42 | 32,67  |
| Setúbal              | O <sub>3</sub>   | 60 | 59,62        | 26,06 <sup>a</sup> | 16,50            | 86,59  | 44,13 | 86,59           | 61,61 | 73,93  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 20,66        | 10,73 <sup>a</sup> | 5,99             | 35,90  | 16,43 | 35,90           | 19,46 | 24,70  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 46 | 32,82        | 16,85 <sup>a</sup> | 8,84             | 61,82  | 26,25 | 61,82           | 32,25 | 36,53  |

|       |                  | N  | Média | Moda               | Desvio<br>Padrão | Mínimo | P25   | Mediana<br>=P50 | P75   | Máximo |
|-------|------------------|----|-------|--------------------|------------------|--------|-------|-----------------|-------|--------|
| Sines | O <sub>3</sub>   | 60 | 58,80 | 33,34 <sup>a</sup> | 11,28            | 33,34  | 49,18 | 82,99           | 59,79 | 67,74  |
|       | NO <sub>2</sub>  | 60 | 4,00  | 2,00 <sup>a</sup>  | 2,19             | 2,00   | 2,20  | 9,29            | 3,13  | 5,63   |
|       | PM <sub>10</sub> | 0  |       |                    |                  |        |       |                 |       |        |

Tabela 14: Estatística descritiva dos valores das variáveis “poluentes” por localidade tendo em conta o segundo critério - Variáveis Independentes B

|                      |                  | N  | Média        | Moda               | Desvio<br>Padrão | Mínimo | P25   | Mediana<br>=P50 | P75    | Máximo |
|----------------------|------------------|----|--------------|--------------------|------------------|--------|-------|-----------------|--------|--------|
| Amadora              | O <sub>3</sub>   | 60 | 79,30        | 44,59 <sup>a</sup> | 18,54            | 44,59  | 62,18 | 82,68           | 92,92  | 112,65 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 67,73        | 92,53              | 19,39            | 29,04  | 52,97 | 67,26           | 82,46  | 116,65 |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | 49,25        | 63,80              | 13,84            | 22,93  | 39,47 | 47,02           | 60,04  | 87,66  |
| Chamusca             | O <sub>3</sub>   | 60 | <u>96,21</u> | 56,54 <sup>a</sup> | 21,83            | 56,54  | 76,88 | 97,20           | 112,93 | 157,52 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 12,74        | 10,33 <sup>a</sup> | 3,78             | 4,46   | 10,37 | 12,27           | 14,94  | 22,17  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | 34,25        | 17,03 <sup>a</sup> | 13,00            | 17,03  | 27,68 | 31,48           | 37,34  | 108,29 |
| Estarreja            | O <sub>3</sub>   | 60 | <u>89,99</u> | 98,65              | 24,16            | 35,85  | 76,11 | 91,64           | 105,61 | 172,00 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 48,22        | 25,33 <sup>a</sup> | 12,88            | 25,33  | 36,95 | 48,02           | 58,04  | 84,30  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | <u>77,62</u> | 30,93 <sup>a</sup> | 28,90            | 30,93  | 52,24 | 73,50           | 102,10 | 140,26 |
| Leiria               | O <sub>3</sub>   | 51 | 86,36        | 35,85 <sup>a</sup> | 22,52            | 35,85  | 70,33 | 91,04           | 102,74 | 134,10 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 53 | 38,78        | 9,97 <sup>a</sup>  | 17,35            | 9,97   | 23,47 | 39,64           | 53,54  | 68,57  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 55 | 67,72        | 22,17 <sup>a</sup> | 30,64            | 22,17  | 47,70 | 55,50           | 88,30  | 140,26 |
| Lisboa               | O <sub>3</sub>   | 60 | 68,42        | 60,84 <sup>a</sup> | 5,82             | 60,84  | 62,75 | 67,09           | 73,69  | 79,56  |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | <u>66,61</u> | 61,03 <sup>a</sup> | 2,96             | 61,03  | 63,88 | 66,41           | 69,47  | 71,25  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | <u>71,52</u> | 53,75 <sup>a</sup> | 11,48            | 53,75  | 58,50 | 74,56           | 80,62  | 86,59  |
| Maia                 | O <sub>3</sub>   | 60 | 79,28        | 45,40 <sup>a</sup> | 16,94            | 45,40  | 65,94 | 78,72           | 93,52  | 106,13 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 47,77        | 26,62 <sup>a</sup> | 10,83            | 26,62  | 38,34 | 48,10           | 55,72  | 73,75  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 56 | <u>70,86</u> | 38,10 <sup>a</sup> | 18,74            | 38,10  | 55,77 | 67,88           | 82,60  | 139,97 |
| Porto                | O <sub>3</sub>   | 59 | 67,27        | 34,58 <sup>a</sup> | 18,95            | 34,58  | 51,33 | 70,90           | 80,77  | 111,58 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | <u>92,94</u> | 58,77 <sup>a</sup> | 17,73            | 58,77  | 81,86 | 90,64           | 103,17 | 152,74 |
|                      | PM <sub>10</sub> | 60 | <u>70,08</u> | 41,58              | 21,65            | 32,83  | 53,58 | 69,46           | 82,71  | 123,42 |
| Santiago do<br>Cacém | O <sub>3</sub>   | 60 | 83,84        | 49,11 <sup>a</sup> | 15,70            | 49,11  | 71,63 | 82,65           | 94,69  | 116,37 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 7,34         | 3,53 <sup>a</sup>  | 3,99             | 0,74   | 4,77  | 6,18            | 9,06   | 17,58  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 33 | 56,85        | 51,53              | 14,95            | 32,13  | 46,93 | 51,53           | 65,10  | 99,13  |
| Setúbal              | O <sub>3</sub>   | 60 | <u>89,65</u> | 51,25 <sup>a</sup> | 19,91            | 51,25  | 72,85 | 92,99           | 105,54 | 124,52 |
|                      | NO <sub>2</sub>  | 60 | 44,04        | 22,37 <sup>a</sup> | 12,37            | 22,37  | 32,56 | 43,23           | 52,28  | 76,26  |
|                      | PM <sub>10</sub> | 45 | 51,80        | 26,61 <sup>a</sup> | 13,30            | 26,61  | 42,80 | 49,30           | 58,25  | 100,34 |



|       |                  | N  | Média | Moda               | Desvio<br>Padrão | Mínimo | P25   | Mediana<br>=P50 | P75   | Máximo |
|-------|------------------|----|-------|--------------------|------------------|--------|-------|-----------------|-------|--------|
| Sines | O <sub>3</sub>   | 60 | 78,71 | 65,94 <sup>a</sup> | 14,30            | 49,74  | 66,73 | 78,26           | 89,39 | 105,90 |
|       | NO <sub>2</sub>  | 60 | 7,71  | 3,23 <sup>a</sup>  | 5,29             | 2,00   | 3,83  | 5,39            | 11,47 | 20,53  |
|       | PM <sub>10</sub> | 0  |       |                    |                  |        |       |                 |       |        |

Segundo o primeiro critério, e tendo por base os valores médios diários para o cálculo da média mensal do ozono, é na Chamusca que se encontra o valor mais elevado (70,54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e em Estarreja o valor mais baixo (49,59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Com base no segundo critério adoptado, calculando os valores médios mensais de ozono com base nos máximos diários a Chamusca permanece com o valor mais elevado (96,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). No entanto, Estarreja apresenta também um dos valores mais elevados (89,99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o que nos dá a perceber que nesta localidade a gama de valores é bastante grande.

Para o poluente dióxido de azoto as localidades com valores mais elevados segundo o primeiro e segundo critério são o Porto (46,77 e 92,94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente) e os valores mais baixos, também de acordo com os dois critérios são em Sines (4,00 e 7,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente).

A mesma análise, mas para PM<sub>10</sub> indica que os valores mais altos estão nas localidades de Estarreja e Porto tendo em conta o primeiro critério e para Estarreja e Lisboa de acordo com o segundo critério. Os valores mais baixos encontram-se na Chamusca de acordo com os dois critérios (22,60 e 34,25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente).

Os resultados referidos nos parágrafos anteriores vão de encontro ao que é referido no Relatório do Estado do Ambiente (Agência Portuguesa do Ambiente, 2006) “É em áreas urbanas, com maior densidade populacional ou algum peso industrial, que o número de dias em que o *IQAr* se apresentou como “Médio”, “Fraco” ou “Mau” foi ainda significativo. Estas zonas são Vale do Ave, Vale do Sousa, Zona de Influência de Estarreja, Braga e Porto Litoral.”

Se considerarmos o padrão europeu e português, relativamente à qualidade do ar do NO<sub>2</sub>, de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (baseado numa média anual), verificamos que no Porto, o valor excede este valor limite (VL) (46,77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De salientar que os valores apresentados na tabela 7, são valores médios dos cinco anos. No entanto ao analisar a média

anual (de 2003 a 2007) para este poluente no Porto, verifica-se que a média anual ultrapassa o VL em todos os anos.

Em relação às partículas inaláveis ( $PM_{10}$ ), as concentrações médias diárias podem ser influenciadas por fenómenos naturais, como o transporte de partículas provenientes do Norte de África, incêndios florestais ou ressuspensão de partículas. As suas maiores fontes são o tráfego, com especial contribuição dos veículos a gasóleo, que como já se referiu são abundantes no nosso país, algumas indústrias e a construção civil. (Agência Portuguesa do Ambiente, 2008)

No caso das partículas ( $PM_{10}$ ) considerando os cinco anos, em nenhuma das localidades os valores ultrapassaram o VL ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (baseado numa média anual) possuindo apenas Estarreja e Porto valores muito próximos. Considerando separadamente os valores médios das concentrações no período de estudo (2003 a 2007) no Porto, verifica-se que as concentrações médias anuais de  $PM_{10}$  diminuíram ao longo dos anos, apresentando o ano de 2003 o valor de  $45,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o que excede a legislação relativamente à qualidade do ar para este poluente ( $\text{VL} + \text{Margem tolerância } 2003 = 43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Em Estarreja não se verificam excedências ao VL. Os valores de concentração média das partículas diminuíram ao longo dos cinco anos, à semelhança do que se tem verificado na Europa, o que reflecte o efeito da legislação sobre a limitação de emissões de poluentes atmosféricos. (Agência Portuguesa do Ambiente, 2008)

Os valores de concentração de Ozono no ar ambiente variam consoante as condições meteorológicas. Como a formação de ozono é fortemente dependente da radiação solar, não é de estranhar, que os episódios de poluição por ozono ao nível do solo, tenham ocorrido especialmente no Verão, com condições meteorológicas específicas – luz solar intensa, temperaturas elevadas, vento fraco e estabilidade atmosférica junto à superfície. Deste modo, as condições meteorológicas, variáveis de ano para ano, condicionam o número de excedências verificadas para este poluente. O ano de 2005 registou, de uma forma generalizada para todas as localidades, os valores mais elevados, e o ano de 2007 o oposto. De facto, e de acordo com o Relatório do Estado do Ambiente de 2007 (Agência Portuguesa do Ambiente, 2008) o ano de 2005 foi aquele em que se verificou o maior número de dias com excedências ao limiar de informação ao público desde 1995 (69 dias), fenómeno relacionado, muito possivel-

mente com o facto de este ano ter sido quente e extremamente seco. Pelo contrário, o verão do ano de 2007 foi o mais chuvoso do séc. XXI, só se verificando 20 dias de ultrapassagem ao limiar de informação ao público. Os poluentes que mais contribuem para a formação do ozono troposférico, são os óxidos de azoto, e os compostos orgânicos não metânicos, sendo as suas maiores fontes emissoras, os sectores dos transportes e da indústria, contribuindo conjuntamente com 65% do total das emissões, em 2005 (Agência Portuguesa do Ambiente, 2006).

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente (REA) (Agência Portuguesa do Ambiente, 2006), os poluentes que mais contribuem para a deterioração da qualidade do ar no nosso país são o ozono troposférico e as partículas. Como já foi referido anteriormente, são estes os poluentes mais preocupantes em termos de saúde pública. No entanto as concentrações anuais destes poluentes têm-se mantido estáveis ou apresentam uma tendência de diminuição, o que está de acordo com os valores obtidos para cada um dos concelhos/ano do estudo.

Relativamente à qualidade do ar no nosso país, convém ainda referir que o tráfego automóvel continua a ser um problema, apesar de após a implementação das directivas europeias “Auto-Oil” (98/69/EC e 98/70/EC), a melhoria da qualidade dos combustíveis, o programa de controlo de emissões e as inovações tecnológicas, terem conduzido a uma diminuição significativa dos níveis de SO<sub>2</sub>. No entanto, o número de veículos de passageiros em circulação em Portugal Continental aumentou cerca de 80% desde 1990 (Relatório Estado do Ambiente, 2005). Deve-se ressaltar que a percentagem de automóveis a gasóleo em Portugal, é superior à média das cidades europeias (Castro, 1997).

#### 4.4 Dados Meteorológicos

Para além dos dados ambientais descritos no ponto anterior, utilizaram-se variáveis meteorológicas, obtidas a partir da leitura gráfica dos mapas das temperaturas e da precipitação total mensal, disponíveis no Instituto de Meteorologia (URL5). Os valores das temperaturas médias mensais (média mensal das mínimas e das máximas) e a precipitação total mensal (precipitação total dos dias de um mês em mm) para cada uma das localidades foram calculados através do valor médio de cada intervalo da escala utilizada nos mapas. Foram analisados 60 mapas de temperaturas mínimas mensais, 60 mapas de temperaturas máximas mensais e 60 mapas da precipitação total mensal, correspondentes ao total de meses do período do estudo (2003-2007).

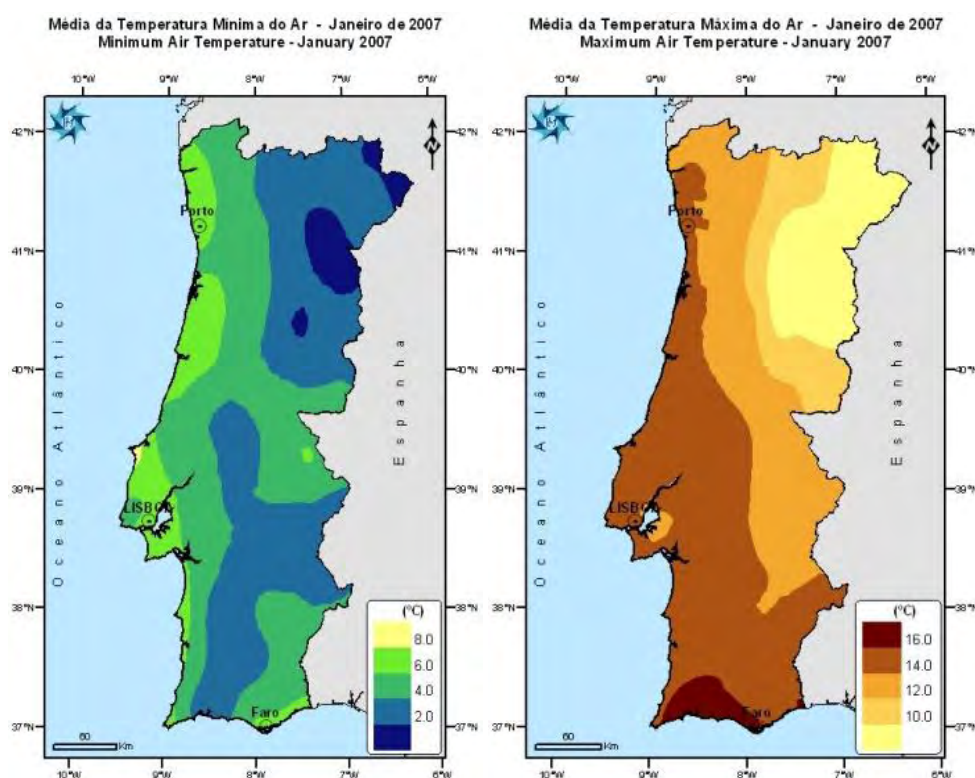


Figura 5: Mapas de temperaturas mínimas e máximas do ar em Janeiro de 2007 (retirado de Instituto de Meteorologia, 2008)

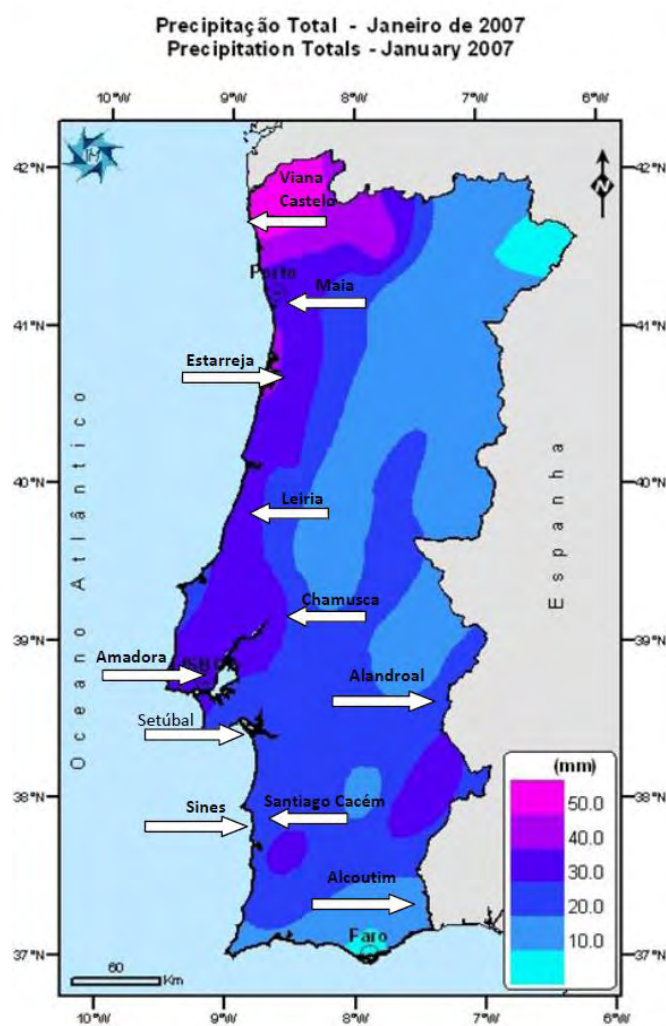


Figura 6: Mapa de precipitação total em Janeiro de 2007 com as localidades do estudo (adaptado do Instituto de Meteorologia, 2008)

É apresentada na tabela seguinte a média dos cinco anos para cada uma das localidades do estudo.

Tabela 15: Valores médios das variáveis meteorológicas no período 2003-2007

| Localidade | Tmin | Tmax | Tmedia | Ptotal |
|------------|------|------|--------|--------|
| Alandroal  | 10,3 | 22,9 | 16,6   | 34,1   |
| Alcoutim   | 11,9 | 22,8 | 17,4   | 36,5   |
| Amadora    | 12,4 | 21,2 | 16,8   | 54,7   |
| Chamusca   | 10,3 | 22,3 | 16,3   | 46,7   |
| Estarreja  | 10,7 | 19,8 | 15,3   | 70,1   |
| Faro       | 12,5 | 22,2 | 17,3   | 36,6   |
| Leiria     | 9,8  | 21,1 | 15,4   | 58,7   |

|                          |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|
| <b>Lisboa</b>            | 12,4 | 21,2 | 16,8 | 55,2 |
| <b>Maia</b>              | 10,8 | 19,7 | 15,2 | 79,9 |
| <b>Porto</b>             | 10,8 | 19,7 | 15,2 | 79,9 |
| <b>Santiago do Cacém</b> | 11,4 | 21,8 | 16,6 | 38,9 |
| <b>Setúbal</b>           | 11,3 | 22,3 | 17,0 | 41,9 |
| <b>Sines</b>             | 11,7 | 21,0 | 16,6 | 37,5 |
| <b>Viana do Castelo</b>  | 10,3 | 20,2 | 15,3 | 96,3 |

Foi feita a análise da evolução mensal das temperaturas médias e da precipitação total por localidade, da qual se destaca aqui apenas o gráfico efectuado para Estarreja (figura 7). Os restantes gráficos encontram-se no anexo I.

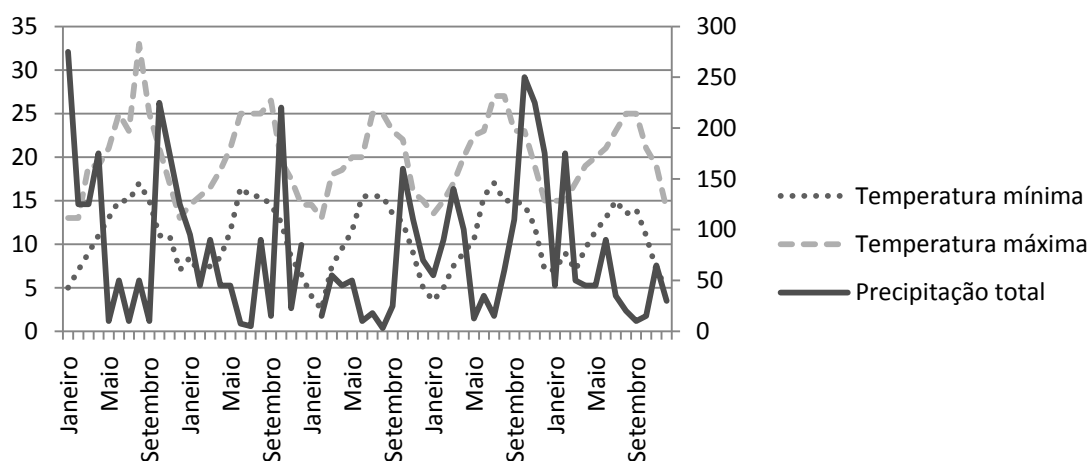


Figura 7: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho da Estarreja (2003-2007)



## 5 CONSUMO DE MEDICAMENTOS BRONCODILATADORES E ANTIASMÁTICOS EM PORTUGAL

Este capítulo apresenta uma análise descritiva do consumo médio *per capita* de medicamentos broncodilatadores e anti-asmáticos, quer a nível nacional, quer a nível de catorze dos concelhos do estudo. Utilizaram-se dados do consumo médio mensal *per capita* (*cpercap*) e do consumo médio da população mais sensível (idosos e crianças) (*cpercap2*), tal como referido e caracterizado no capítulo anterior.

Como já explicado anteriormente, no âmbito deste estudo partir-se-á do pressuposto que vendas correspondem a consumos, falando-se em “consumos médios por habitante”.

### 5.1 Análise Nacional

Para se analisar possíveis tendências ao longo dos anos e existência de sazonalidade dos dados de medicamentos, utilizaram-se os dados nacionais do consumo médio *per capita* da população do continente português.

A nível nacional, a variação do consumo médio *per capita* ao longo dos cinco anos (2003-2007) é significativa, possuindo o ano de 2003 o maior consumo, decrescendo no ano seguinte para voltar a aumentar no ano de 2005.

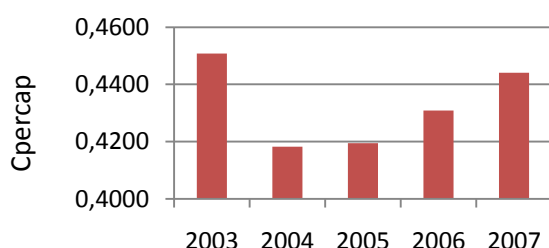


Figura 8: Gráfico do consumo médio de medicamentos broncodilatadores e anti-asmáticos *per capita* a nível nacional (evolução anual)

Quando analisado o consumo médio *per capita* por grupo anatómico durante o período dos cinco anos, verifica-se que o grupo que mais contribui para as vendas é o grupo dos Estimulantes  $\beta$ -2 curta acção inaladores com 62% do consumo total,



enquanto o grupo dos Estimulantes  $\beta$ -2 sistémicos contribui com apenas 1%. Estes resultados obtidos vão de encontro aos previstos, o número de embalagens vendidas de broncodilatadores de curta acção é frequentemente maior do que o número de embalagens de longa acção (OMS, 2003). Este é um problema intrínseco ocasionado pelo facto de a unidade de medida "counting unit" utilizada na base de dados não ser a mais adequada, e reflectir indirectamente o número de embalagens vendidas.

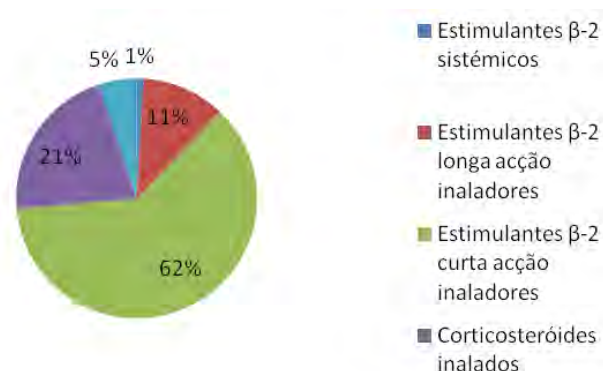


Figura 9: Gráfico do consumo de medicamentos médio *per capita* por grupo anatómico durante o período dos cinco anos (2003-2007)

Quando verificada a evolução ao longo dos anos, do consumo médio *per capita* por subgrupo de medicamentos, é clara uma tendência para a diminuição das vendas no grupo dos Estimulantes  $\beta$ -2 sistémicos e nos corticosteróides inalados, enquanto o grupo dos antileucotrienos demonstra tendência contrária, tal como demonstra a figura 9.

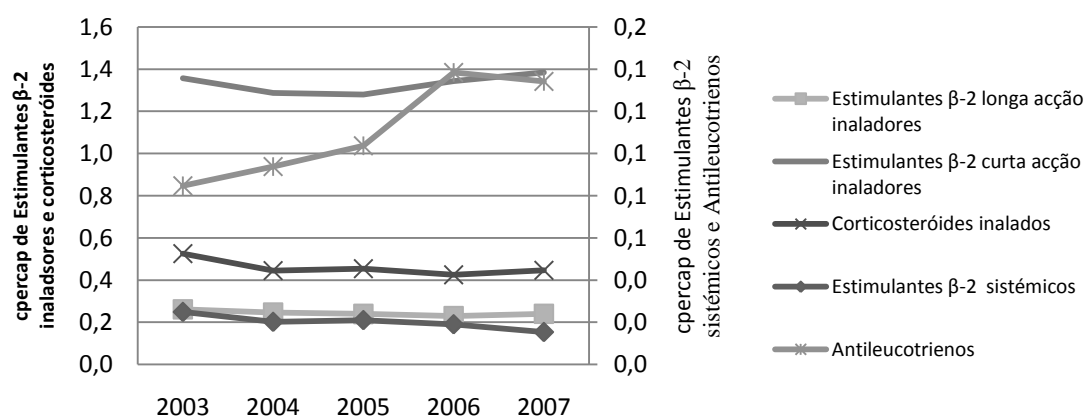


Figura 10: Gráfico do consumo de medicamentos médio *per capita* por subgrupo anatómico a nível nacional ao longo dos cinco anos

A descida gradual das vendas e consequentemente do consumo do grupo dos Estimulantes  $\beta$ -2 sistémicos parece indicar uma melhoria no controlo da asma por parte dos doentes, uma vez que este tipo de medicação sistémica é utilizado, de acordo com as *guidelines* internacionais (GINA, 2006), como medicação de alívio em crises agudas de asma. No entanto, seria de esperar também uma descida no subgrupo Estimulantes  $\beta$ -2 curta acção inaladores correspondente aos broncodilatadores inalados de curta acção, o que não aconteceu. Estes dados vão de encontro ao estudo efectuado nas Farmácias Portuguesas tendo por base o questionário ACT<sup>TM</sup> (Asthma Control Test), que verificou que a asma só estava controlada em 7,9% da população asmática inquirida, contra 61,2% que tinham a doença não controlada. De realçar o facto de não se ter tido acesso a este estudo das Farmácias Portuguesas, tendo sido interessante comparar os seus resultados com outros dados obtidos no estudo desta dissertação. Outro dado interessante a ter em conta, e revelado pelo relatório da ONDR (ONDR, 2007) é que o número de embalagens dispensadas de broncodilatadores e anti-asmáticos parece insuficiente, face às estimativas nacionais de doentes com asma e DPOC que necessitariam de fazer terapêutica. Isto indica uma clara falta de adesão ao tratamento contínuo.

Por outro lado há que realçar o significativo aumento do consumo *per capita* no grupo dos antileucotrienos antiasmáticos. Mas, esta subida significativa não se parece ajustar às normas terapêuticas da asma, uma vez que não é um fármaco de primeira linha, e em relação aos agonistas beta-2 de longa duração de acção ainda existe escassa experiência clínica (ONDR, 2007).

Quando efectuada a análise do consumo médio mensal para os cinco anos, verifica-se que existe sazonalidade moderada, apresentando os meses de Verão (nomeadamente o mês de Agosto) os valores mais baixos e os meses de Inverno os valores mais altos. Quando analisada a média mensal do consumo dos cinco anos por mês, mas considerando apenas o consumo da população de risco (cpercap2) verifica-se que o perfil da evolução mensal apresenta uma sazonalidade muito mais acentuada, como demonstrado na figura 10.

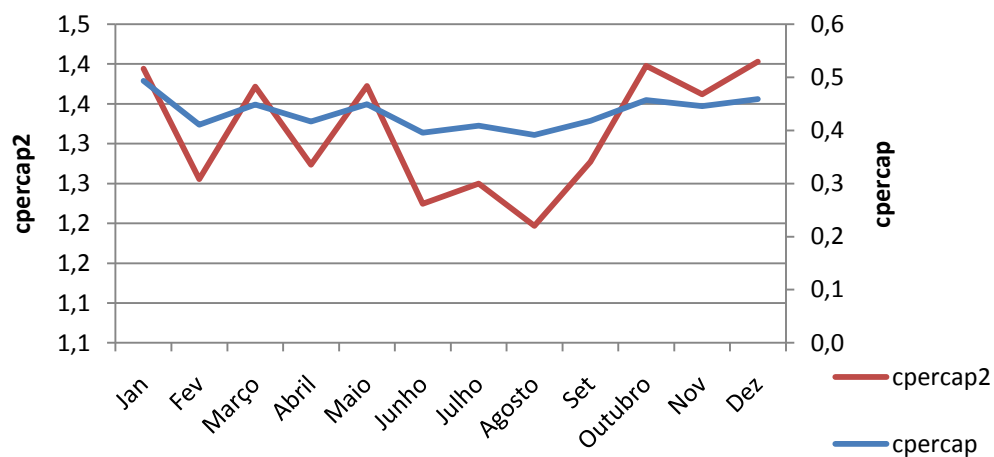


Figura 11: Consumo de medicamentos médio mensal *per capita* nacional e consumo de medicamentos médio na população mais sensível (cpercap2) (média mensal dos cinco anos)

Da análise individual de cada um dos grupos terapêuticos é de salientar a sazonalidade mais acentuada nos corticosteróides inaladores, nos antileucotrienos e nos estimulantes  $\beta$ -2 sistêmicos, como se vê nas figuras seguintes.

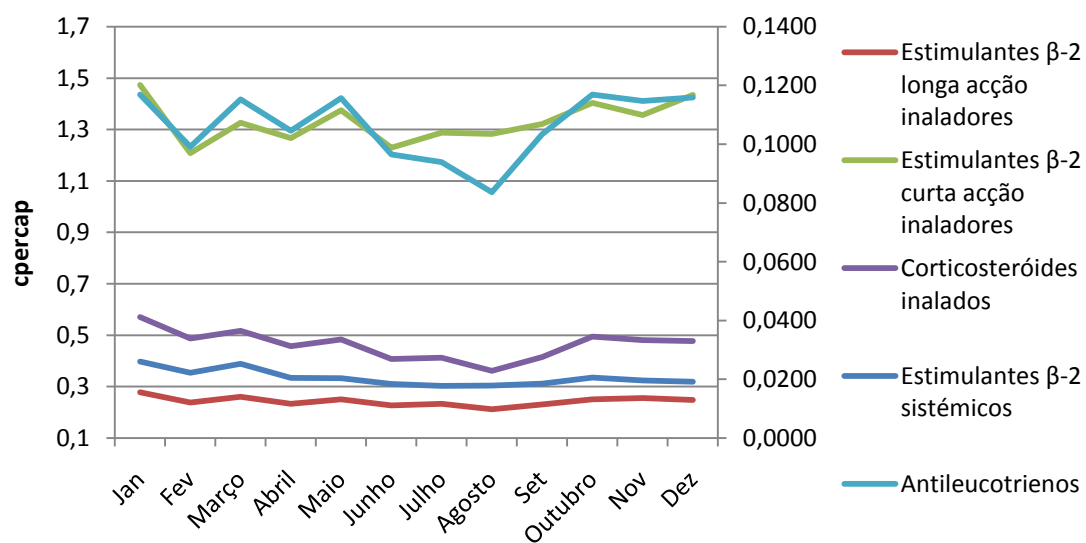


Figura 12: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos diferentes grupos terapêuticos (média de cinco anos)

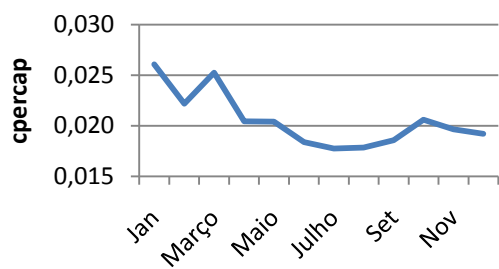


Figura 13: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos Estimulantes  $\beta$ -2 sistémicos

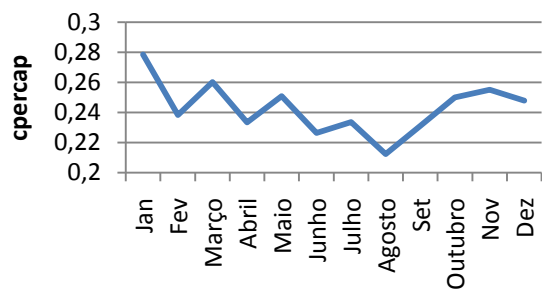


Figura 14: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos Estimulantes  $\beta$ -2 longa acção inaladores

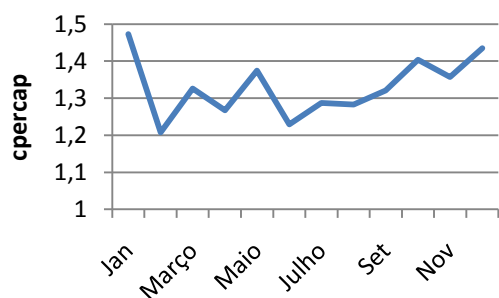


Figura 15: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos Estimulantes  $\beta$ -2 curta acção inaladores

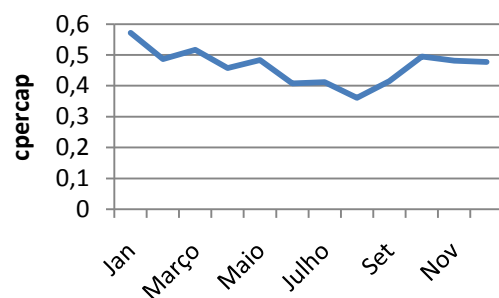


Figura 16: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos corticosteróides inaladores

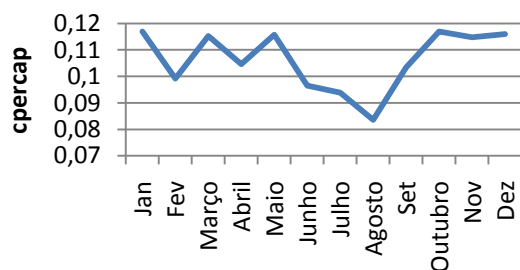


Figura 17: Gráfico da evolução mensal do consumo *per capita* dos antileucotrienos

## 5.2 Análise por localidade

Para se poder estabelecer comparações entre os diferentes concelhos, que possuem dados de vendas/consumos de medicamentos, estudou-se a variável *cpercap* de forma descritiva.

Tabela 16: Análise descritiva dos valores da variável consumo médio mensal *per capita* (2003-2007) para os catorze concelhos do estudo

|                  | Alandroal         | Alcoutim          | Amadora           | Chamusca          | Estarreja         | Faro              | Leiria | Lisboa | Maia              | Porto             | Santiago<br>Cacém | Setúbal           | Sines             | Viana Castelo     |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Média            | 0,46              | 0,72              | 0,38              | 0,46              | 0,36              | 0,56              | 0,40   | 0,82   | 0,31              | 0,73              | 0,15              | 0,36              | 0,52              | 0,37              |
| Mediana          | 0,46              | 0,61              | 0,37              | 0,43              | 0,36              | 0,56              | 0,39   | 0,82   | 0,30              | 0,73              | 0,15              | 0,36              | 0,51              | 0,38              |
| Moda             | 0,13 <sup>a</sup> | 0,23 <sup>a</sup> | 0,26 <sup>a</sup> | 0,25 <sup>a</sup> | 0,27 <sup>a</sup> | 0,36 <sup>a</sup> | 0,39   | 0,89   | 0,24 <sup>a</sup> | 0,57 <sup>a</sup> | 0,11              | 0,27 <sup>a</sup> | 0,38 <sup>a</sup> | 0,28 <sup>a</sup> |
| Desvio<br>Padrão | 0,16              | 0,39              | 0,05              | 0,13              | 0,06              | 0,09              | 0,06   | 0,10   | 0,04              | 0,08              | 0,03              | 0,05              | 0,07              | 0,04              |
| Variância        | 0,02              | 0,16              | 0,00              | 0,02              | 0,00              | 0,01              | 0,00   | 0,01   | 0,00              | 0,01              | 0,00              | 0,00              | 0,00              | 0,00              |

a. Existe mais que um valor para a moda

Em anexo encontra-se a análise descritiva da variável *consumo per capita de medicamentos (cpercap)* para o período analisado e para cada localidade considerada (Anexo II).

Quando analisadas as diferentes localidades do estudo verifica-se que os consumos médios mais altos correspondem a Lisboa (0.82) e Porto (0,73). As localidades que apresentam consumos *per capita* mais baixos de broncodilatadores e anti-asmáticos são Santiago do Cacém (0.15) e Maia (0,30).

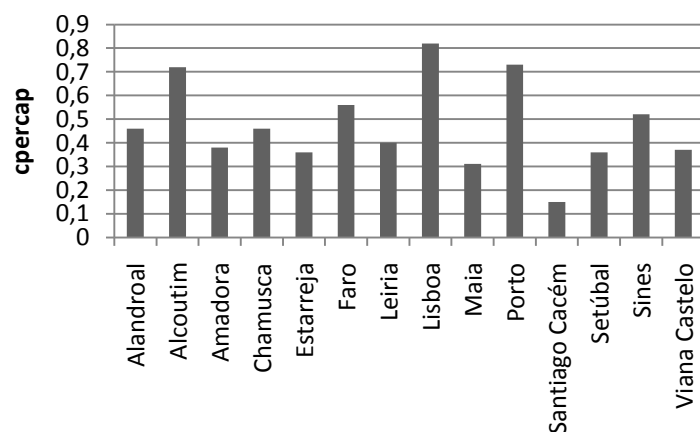


Figura 18: Gráfico do consumo de medicamentos médio *per capita* por localidade (2003-2007)

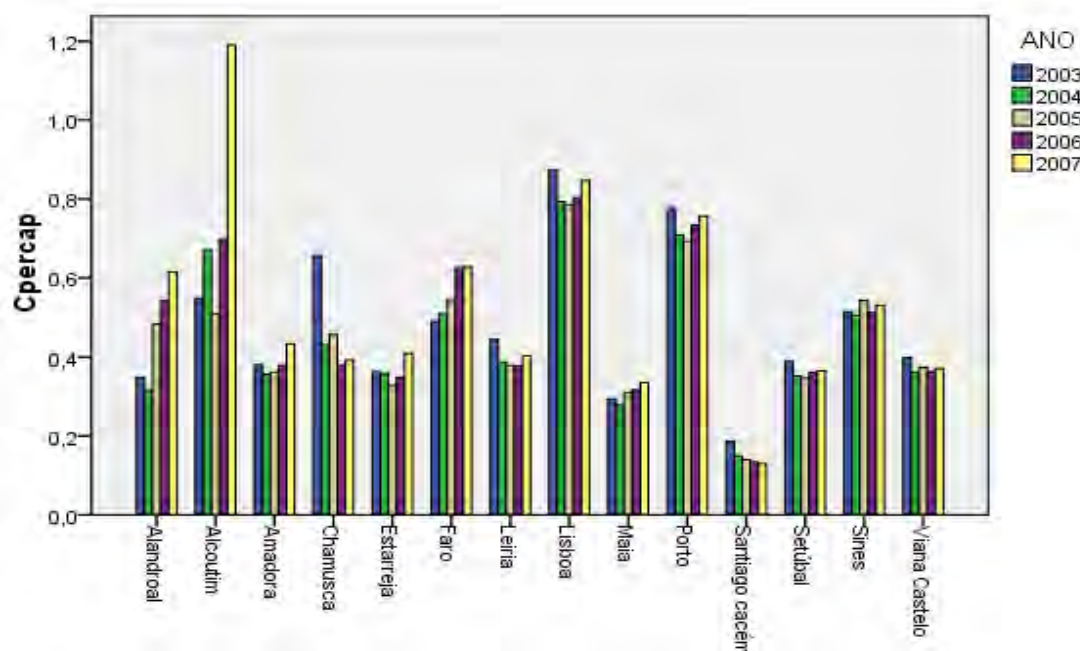


Figura 19: Gráfico do consumo de medicamentos médio *per capita* por localidade/ano

A localidade de Alcoutim possui um elevado consumo médio (0,72) quando analisados os cinco anos. No entanto, quando efectuada a mesma análise anualmente, nota-se que existe um valor aberrante para o ano de 2006 (correspondente ao mês de Novembro), e valores muito elevados para todos os meses do ano seguinte, alterando por completo o valor da média dos cinco anos, sendo o desvio padrão o mais elevado entre todos os concelhos (0,39). Não se encontrou qualquer explicação para este facto, pelo que se coloca a hipótese de os valores para esta localidade estarem errados.

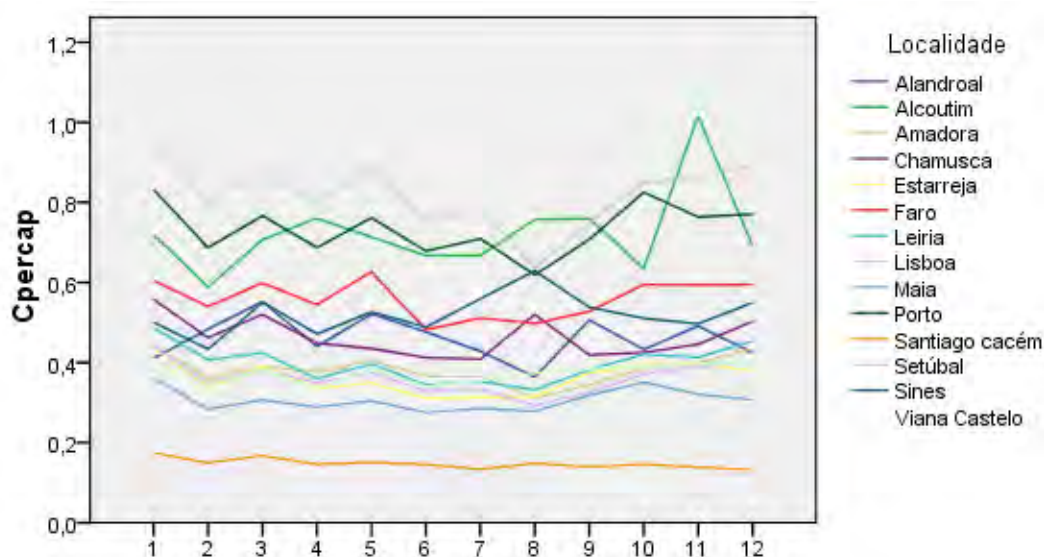


Figura 20: Gráfico do consumo de medicamentos médio *per capita* por localidade/mês

Da análise da sazonalidade por localidade a partir da figura 19, verifica-se que o consumo médio *per capita* não apresenta grandes diferenças para os períodos Verão/Inverno, embora na maioria das localidades se verifique um ligeiro decréscimo no Verão. De entre todas as localidades, é em Lisboa e no Porto que esta tendência é no entanto mais marcada. Os gráficos por localidade encontram-se no anexo III.

Efectuando o mesmo tipo de análise, mas considerando apenas o consumo de medicamentos na população mais sensível (*cpercap2*) e comparando-se os mesmos concelhos referidos anteriormente, os resultados são semelhantes, apresentando as localidades de Lisboa e Porto os consumos médios mais elevados (2,2 em ambos os concelhos) como se pode ver na figura 20.

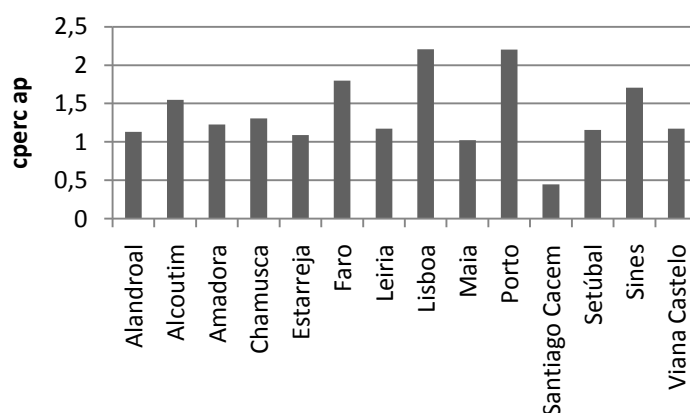


Figura 21: Gráfico do Consumo médio de medicamentos por localidade (2003-2007) na população mais sensível

A restante análise descritiva da variável *cpercap2* encontra-se no anexo IV.



## 6 ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE CONSUMO DE MEDICAMENTOS, VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DE SAÚDE

### 6.1 Componente de Saúde

O consumo de medicamentos pode ser influenciado por inúmeros factores, relacionados com o estado de saúde das populações, com a acessibilidade e qualidade dos cuidados de saúde, factores socioeconómicos, demográficos, culturais, etc. Nas tabelas 17 e 18 encontram-se resumidas as variáveis escolhidas que poderão influenciar o consumo *per capita* de medicamentos, já caracterizadas no capítulo anterior. Da análise sumária efectuada à média dos cinco anos (2003-2007) pode ver-se que aos consumos mais elevados de medicamentos, em Lisboa (0,82), Porto (0,73) e Alcoutim (0,72) correspondem os valores mais elevados para a taxa bruta de mortalidade de entre todos os concelhos analisados (14,46; 12,48 e 25,16% respectivamente).

Tabela 17: Valores médios dos cinco anos (2003-2007) das variáveis de saúde por localidade

|                   | Cpercap | Farmácias/1000 hab. | Médicos por 1000 hab. | Taxa bruta de mortalidade (%) |
|-------------------|---------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Alandroal         | 0,46    | 0,62                | 0,77                  | 15,26                         |
| Alcoutim          | 0,72    | 0,61                | 1,50                  | 25,16                         |
| Amadora           | 0,38    | 0,21                | 2,93                  | 8,20                          |
| Chamusca          | 0,46    | 0,90                | 0,65                  | 12,61                         |
| Estarreja         | 0,36    | 0,20                | 1,19                  | 10,50                         |
| Faro              | 0,56    | 0,29                | 7,73                  | 10,40                         |
| Leiria            | 0,40    | 0,21                | 2,55                  | 7,94                          |
| Lisboa            | 0,82    | 0,60                | 13,98                 | 14,46                         |
| Maia              | 0,31    | 0,16                | 4,46                  | 6,22                          |
| Porto             | 0,73    | 0,50                | 16,90                 | 12,48                         |
| Santiago do Cacém | 0,15    | 0,39                | 1,55                  | 11,94                         |
| Setúbal           | 0,36    | 0,22                | 3,39                  | 9,58                          |
| Sines             | 0,42    | 0,21                | 1,42                  | 11,84                         |
| Viana do Castelo  | 0,37    | 0,20                | 3,22                  | 9,12                          |

Tabela 18: Variáveis potencialmente condicionantes do consumo *per capita* de medicamentos por localidade

| Localidade               | Cpercap <sup>1</sup> | Taxa Inter-namento por Doença Respiratória <sup>2</sup> | Taxa Morta-lidade por Doença Respiratória <sup>2</sup> | Taxa de Mortalidade Padronizada por sub-região saúde <sup>3</sup> | Ganho médio mensal (€) <sup>4</sup> | Farmácias /1000 hab <sup>5</sup> | Médicos /1000 habitantes <sup>5</sup> |
|--------------------------|----------------------|---|--|---|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Alandroal</b>         | 0,33                 | 528,90  | 86,60  | 2,50  | 642,40                              | 0,60                             | 0,70                                  |
| <b>Alcoutim</b>          | 0,61                 | 463,30  | 65,85  | 2,45  | 645,00                              | 0,60                             | 1,45                                  |
| <b>Amadora</b>           | 0,37                 | 736,95  | 86,60  | 3,05  | 1045,10                             | 0,20                             | 2,95                                  |
| <b>Chamusca</b>          | 0,54                 | 528,90  | 60,40  | 2,35  | 617,50                              | 0,90                             | 6,00                                  |
| <b>Estarreja</b>         | 0,36                 | 1100,80   | 115,00   | 4,85  | 878,80                              | 0,20                             | 1,15                                  |
| <b>Faro</b>              | 0,50                 | 854,10  | 75,95  | 2,45  | 902,80                              | 0,30                             | 7,50                                  |
| <b>Leiria</b>            | 0,42                 | 1006,15   | 65,85  | 2,60  | 801,60                              | 0,20                             | 2,50                                  |
| <b>Lisboa</b>            | 0,63                 | 1006,15   | 86,60  | 3,05  | 1323,30                             | 0,60                             | 13,25                                 |
| <b>Maia</b>              | 0,29                 | 1006,15   | 96,55  | 5,30  | 891,50                              | 0,15                             | 4,30                                  |
| <b>Porto</b>             | 0,74                 | 854,10  | 96,55  | 5,30  | 1050,20                             | 0,50                             | 15,95                                 |
| <b>Santiago do Cacém</b> | 0,17                 | 463,30  | 86,60  | 2,65  | 707,50                              | 0,40                             | 1,30                                  |
| <b>Setúbal</b>           | 0,37                 | 736,95  | 96,55  | 2,65  | 946,40                              | 0,20                             | 3,20                                  |
| <b>Sines</b>             | 0,51                 | 528,90  | 115,00   | 2,65  | 1121,60                             | 0,20                             | 1,45                                  |
| <b>Viana do Castelo</b>  | 0,51                 | 854,10  | 65,85  | 3,65  | 727,80                              | 0,20                             | 3,10                                  |

<sup>1</sup>Média de dois anos (2003-2004)

<sup>2</sup>Adaptado de GEOFASES (2000-2004)

<sup>3</sup>Adaptado de Elementos Estatísticos da Direcção Geral da Saúde (Média dos anos 2003-2004)

<sup>4</sup>Período de referência dos dados: 2004

<sup>5</sup>Média de dois anos (2003-2004)

Para o estudo mais aprofundado da relação entre o consumo médio *per capita* de medicamentos (cpercap) e as outras variáveis de saúde, nomeadamente as Farmácias por mil habitantes, Médicos por mil habitantes e a Taxa bruta de Mortalidade, foi criada uma matriz de correlação que se encontra na tabela 19. Nesta análise consideraram-se os valores de todos os anos (2003, 2004, 2005, 2006 e 2007) para todas as localidades seleccionadas já divulgadas anteriormente.

Tabela 19:Matriz de correlação entre as variáveis de saúde

|                     |                              | Cpercap | Farmácias/ 1000 hab. | Médicos/1000 hab. | Taxa mortalidade |
|---------------------|------------------------------|---------|----------------------|-------------------|------------------|
| Cpercap             | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | <b>0,467**</b>       | <b>0,612**</b>    | <b>0,527**</b>   |
|                     | <i>P value</i>               |         | 0,000                | 0,000             | 0,000            |
|                     | Número de casos              | 70      | 70                   | 70                | 70               |
| Farmácias/1000 hab. | Correlação de <i>Pearson</i> | 0,467** | 1                    | 0,127             | <b>0,675**</b>   |
|                     | <i>P value</i>               | 0,000   |                      | 0,294             | 0,000            |
|                     | Número de casos              | 70      | 70                   | 70                | 70               |
| Médicos/1000 hab.   | Correlação de <i>Pearson</i> | 0,612** | 0,127                | 1                 | -0,032           |
|                     | <i>P value</i>               | 0,000   | ,294                 |                   | 0,792            |
|                     | Número de casos              | 70      | 70                   | 70                | 70               |
| Taxa mortalidade    | Correlação de <i>Pearson</i> | 0,527** | 0,675**              | -0,032            | 1                |
|                     | <i>P value</i>               | 0,000   | 0,000                | 0,792             |                  |
|                     | Número de casos              | 70      | 70                   | 70                | 70               |

\*\*Correlação é estatisticamente significativa ( $p < 0.01$ )

As correlações mais significativas encontram-se representadas a negrito na tabela 19. Foram encontradas correlações positivas entre o consumo *per capita* de medicamentos broncodilatadores e anti-asmáticos e os outros indicadores de saúde, particularmente com o indicador médicos por mil habitantes ( $r=0,612$ ;  $p<0,01$  ou  $IC:99\%$ ). Foi também encontrada uma correlação positiva entre as farmácias por mil habitantes e a taxa de mortalidade. Esta relação positiva pode ser explicada pelo facto de a maior taxa de mortalidade se verificar em localidades com população envelhecida e de características rurais (Alandroal e Alcoutim), e o número de farmácias existentes nestas localidades ser o suficiente face ao número pequeno de residentes, levando a um rácio elevado de farmácias por mil habitantes.

De forma a avaliar possíveis diferenças na relação entre o consumo *per capita* de medicamentos e as outras variáveis de saúde nas diversas localidades, ao longo dos cinco anos, construiu-se uma outra matriz de correlação (tabela 20). O facto de os dados das variáveis de saúde (Farmácias por mil habitantes, Médicos por mil habitantes e Taxa bruta de Mortalidade) estarem agregados anualmente, constituindo cada ano um

caso, fez com que o número de casos a analisar fosse reduzido (cinco: 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007), impossibilitando a obtenção de resultados estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ), com excepção de Alcoutim, Faro e Maia onde estes valores estão representados a negrito, o que impede tirar conclusões.

Tabela 20: Matriz de correlação entre as variáveis de saúde por localidade

|                  |         |                              | Cpercap | Farmácias/1000<br>hab. | Médicos/1000<br>hab. | Taxa mortalida-<br>de |
|------------------|---------|------------------------------|---------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Alandroal</b> | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,858                  | 0,548                | -0,219                |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,063                  | 0,339                | 0,723                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Alcoutim</b>  | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | <b>0,956*</b>          | 0,721                | 0,504                 |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,011                  | 0,170                | 0,386                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Amadora</b>   | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,746                  | -0,108               | 0,548                 |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,147                  | 0,862                | 0,339                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Chamusca</b>  | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,110                  | -0,511               | -0,668                |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,861                  | 0,378                | 0,218                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Estarreja</b> | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,533                  | 0,736                | -0,017                |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,355                  | 0,156                | 0,978                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Faro</b>      | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | <b>-0,952*</b>         | <b>0,881*</b>        | 0,649                 |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,013                  | 0,048                | 0,236                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Leiria</b>    | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | -0,268                 | -0,079               | 0,665                 |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | ,663                   | 0,899                | 0,221                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Lisboa</b>    | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,417                  | -0,118               | 0,539                 |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,485                  | 0,850                | 0,348                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Maia</b>      | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | -0,067                 | <b>0,955*</b>        | -0,272                |
|                  |         | <i>P value</i>               |         | 0,915                  | 0,011                | 0,658                 |
|                  |         | Número de casos              | 5       | 5                      | 5                    | 5                     |
| <b>Porto</b>     | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,371                  | -0,058               | 0,484                 |

|                |         |                              | Cpercap | Farmácias/1000 hab. | Médicos/1000 hab. | Taxa mortalidade |
|----------------|---------|------------------------------|---------|---------------------|-------------------|------------------|
|                |         | <i>P value</i>               |         | 0,538               | 0,926             | 0,408            |
|                |         | Número de casos              | 5       | 5                   | 5                 | 5                |
| Santiago Cacém | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,642               | -0,817            | -0,039           |
|                |         | <i>P value</i>               |         | 0,243               | 0,092             | 0,950            |
|                |         | Número de casos              | 5       | 5                   | 5                 | 5                |
| Setúbal        | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | 0,001               | -0,588            | 0,095            |
|                |         | <i>P value</i>               |         | 0,998               | 0,297             | 0,879            |
|                |         | Número de casos              | 5       | 5                   | 5                 | 5                |
| Sines          | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | -0,605              | 0,244             | 0,122            |
|                |         | <i>P value</i>               |         | 0,280               | 0,693             | 0,846            |
|                |         | Número de casos              | 5       | 5                   | 5                 | 5                |
| Viana Castelo  | Cpercap | Correlação de <i>Pearson</i> | 1       | . <sup>a</sup>      | -0,752            | 0,203            |
|                |         | <i>P value</i>               |         | .                   | 0,142             | 0,744            |
|                |         | Número de casos              | 5       | 5                   | 5                 | 5                |

\* Correlação é estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ )

a. O coeficiente de correlação de *Pearson* não pode ser obtido devido a uma das variáveis ser constante

Verifica-se da análise da tabela 18 que as maiores Taxas de Internamento por Doença Respiratória correspondem a Estarreja, Leiria, Lisboa e Maia e as maiores Taxas de Mortalidade pelas mesmas causas a Estarreja, Maia e Porto. Os consumos de medicamentos mais altos apresentam-se em Lisboa e no Porto, o que de certa forma corresponde aos valores altos das taxas de mortalidade e internamento. Ou seja, podemos dizer que taxas de mortalidade maiores correspondem a um maior consumo de medicamentos em Lisboa e no Porto. No entanto para localidades como Estarreja essa concordância não é estabelecida, uma vez que o consumo *per capita* desta localidade não é elevado e ambas as taxas são das mais altas verificadas a nível nacional. A figura seguinte (figura 21) permite analisar visualmente a situação descrita anteriormente.

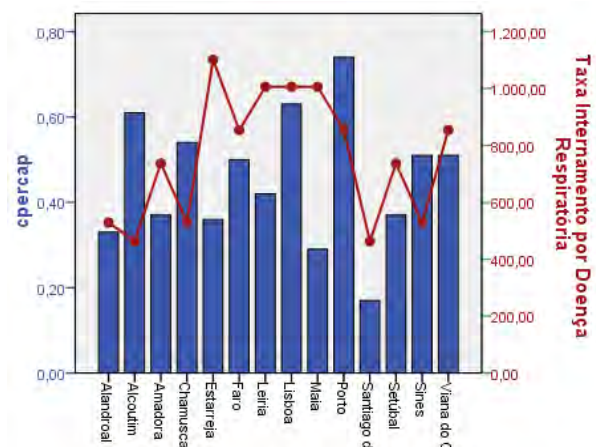


Figura 22: Perfil do Consumo per capita de Medicamentos e Taxa de Internamento por Doença Respiratória por Localidade

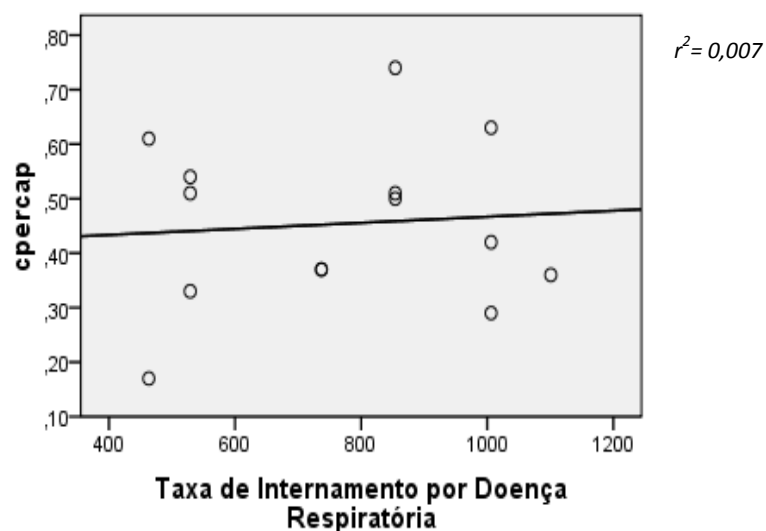


Figura 23: Gráfico de dispersão e recta de regressão do consumo *per capita* de medicamentos e da Taxa de Internamento por Doença Respiratória

Da análise do gráfico de dispersão das variáveis Cpercap e Taxa de Internamento por Doença Respiratória (figura 22) verifica-se que o consumo de medicamentos é pouco sensível a variações na taxa de Internamento, mantendo-se relativamente estável. Um coeficiente de determinação muito baixo ou seja próximo de zero, como é o caso ( $r^2=0,007$ ) indica que a relação entre as variáveis é muito fraca.

A análise de correlações considerando todas as localidades, demonstrou que a única relação existente entre as diversas variáveis (tabela 18) é a encontrada entre o consumo *per capita* de medicamentos e o número de Médicos por 1000 habitantes como demonstrado na tabela 21.

Tabela 21: Correlações entre as variáveis de saúde

|                          | Cpercap | Taxa Inter-<br>namento por<br>Doença<br>Respiratória | Taxa de<br>Mortalidade<br>por Doenças<br>Respiratórias | Taxa de<br>Mortalidade<br>por Doença<br>Respiratória<br>por sub-<br>região de<br>Saúde | Ganho<br>Médio<br>Mensal | Farmácias/1000<br>Hab. | Médicos/1000<br>hab |
|--------------------------|---------|--|--|--|--------------------------|------------------------|---------------------|
| Correlação de<br>Pearson | 1       | 0,083  | -0,206   | 0,078  | 0,327                    | 0,411                  | <b>0,694**</b>      |
| Cpercap<br>P value       |         | 0,779  | 0,479  | 0,791  | 0,254                    | 0,144                  | 0,006               |
| Número de casos          | 14      | 14   | 14   | 14   | 14                       | 14                     | 14                  |

\*\*Correlação é estatisticamente significativa ( $p < 0.01$ )

Numa primeira abordagem diríamos que, a um maior rácio de médicos por mil habitantes corresponde uma maior prescrição que se traduz no maior consumo de medicamentos evidenciado ( $r = 0,694$ ;  $p < 0,01$  ou *Intervalo de Confiança de 99%*). Esta relação entre as duas variáveis por localidade, está representada graficamente na figura 23. Da sua análise podemos verificar que o coeficiente de determinação da recta é razoável ( $r^2 = 0,481$ ) o que de facto revela uma relação positiva entre as duas variáveis.

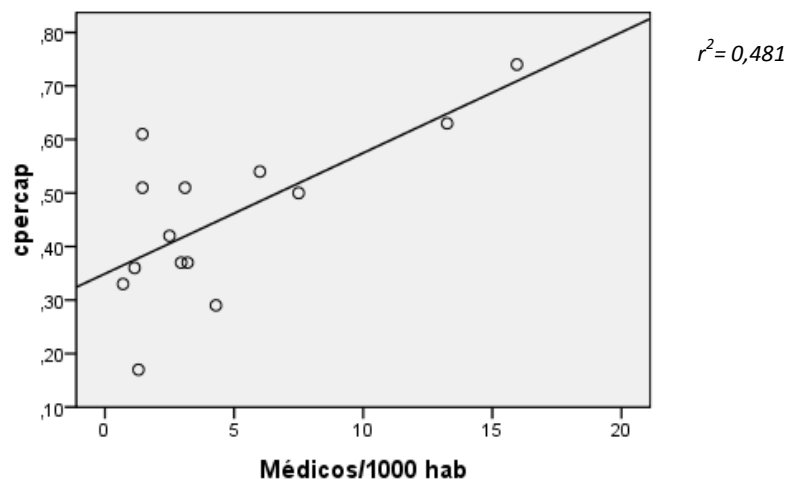


Figura 24: Gráfico de dispersão e recta de regressão do consumo *per capita* de medicamentos e Médicos/1000 habitantes

Tal como seria de esperar, são as duas maiores localidades urbanas (Lisboa e Porto) que apresentam a maior percentagem do total de médicos por mil habitantes (tabela 18). Mas nem sempre a um maior rácio de médicos por mil habitantes corres-

ponde um maior consumo. Em localidades pequenas do interior, como Alandroal e Alcoutim, o consumo de medicamentos é bastante elevado face ao número de médicos existente. Não nos podemos esquecer no entanto, que estas localidades possuem população reduzida e envelhecida, necessitando de maiores cuidados de saúde. Setúbal e Chamusca são as localidades que apresentam um perfil de consumos de medicamentos e número de médicos mais equilibrado.



## 6.2 Componente Ambiental

Para o estudo das diferentes variáveis ambientais (níveis de poluentes, temperatura mínima, temperatura máxima e precipitação total), e sua possível relação de dependência, construiu-se uma matriz de correlação (tabela 22) para cada uma das localidades a partir dos níveis dos poluentes (médias mensais calculadas a partir dos valores máximos diários de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>) e das variáveis meteorológicas (médias mensais das temperaturas mínimas, médias e máximas, e precipitação mensal total).

Tabela 22: Matriz de Correlação das variáveis ambientais por localidade

|          |                          | Tmin            | Tmax             | Tmedia          | Ptotal          | O <sub>3</sub>  | NO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> |
|----------|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Amadora  | Correlação de Pearson    | <b>0,664**</b>  | <b>0,742**</b>   | <b>0,715**</b>  | <b>-0,441**</b> | 1               | <b>-0,513**</b> | <b>-0,356**</b>  |
|          | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000             | ,000            | ,000            |                 | ,000            | ,005             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | <b>-0,567**</b> | <b>-0,0569**</b> | <b>-0,575**</b> | <b>,331**</b>   | <b>-0,513**</b> | 1               | <b>0,373**</b>   |
|          | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,000             | ,000            | ,010            | ,000            |                 | ,003             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | -,0186          | -0,233           | -0,215          | 0,022           | <b>-0,356**</b> | <b>0,373**</b>  | 1                |
|          | PM <sub>10</sub> P value | ,155            | ,073             | ,100            | ,866            | ,005            | ,003            |                  |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | <b>0,764**</b>  | <b>0,859**</b>   | <b>0,831**</b>  | <b>-0,518**</b> | 1               | <b>-0,556**</b> | <b>0,496**</b>   |
|          | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000             | ,000            | ,000            |                 | ,000            | ,000             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | <b>-0,573**</b> | <b>-0,534**</b>  | <b>-0,561**</b> | 0,121           | <b>-0,556**</b> | 1               | 0,066            |
| Chamusca | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,000             | ,000            | ,357            | ,000            |                 | ,618             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | <b>0,310*</b>   | <b>0,361**</b>   | <b>0,344**</b>  | <b>-0,279*</b>  | <b>0,496**</b>  | 0,066           | 1                |
|          | PM <sub>10</sub> P value | ,016            | ,005             | ,007            | ,031            | ,000            | ,618            |                  |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | <b>0,554**</b>  | <b>0,723**</b>   | <b>0,659**</b>  | <b>-0,422**</b> | 1               | 0,254           | <b>-0,455**</b>  |
|          | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000             | ,000            | ,001            |                 | ,050            | ,000             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    | -0,063          | 0,113            | 0,032           | <b>-0,421**</b> | 0,254           | 1               | <b>0,325*</b>    |
|          | NO <sub>2</sub> P value  | ,630            | ,388             | ,811            | ,001            | ,050            |                 | ,011             |
|          | Número de casos          | 60              | 60               | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|          | Correlação de Pearson    |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                  |

|        |                          | Tmin            | Tmax            | Tmedia          | Ptotal          | O <sub>3</sub>  | NO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> |
|--------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|        | Correlação de Pearson    | <b>-0,631**</b> | <b>-0,553**</b> | <b>-0,604**</b> | 0,005           | <b>-0,455**</b> | <b>0,325*</b>   | 1                |
|        | PM <sub>10</sub> P value | ,000            | ,000            | ,000            | ,968            | ,000            | ,011            |                  |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
| Leiria | Correlação de Pearson    | <b>0,425**</b>  | <b>0,465**</b>  | <b>0,457**</b>  | <b>-0,366**</b> | 1               | -0,064          | <b>-0,353*</b>   |
|        | O <sub>3</sub> P value   | ,002            | ,001            | ,001            | ,010            |                 | ,656            | ,011             |
|        | Número de casos          | 51              | 51              | 51              | 49              | 51              | 50              | 51               |
|        | Correlação de Pearson    | <b>-0,493**</b> | <b>-0,282*</b>  | <b>-0,391**</b> | -0,063          | -0,064          | 1               | <b>0,678**</b>   |
|        | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,041            | ,004            | ,661            | ,656            |                 | ,000             |
|        | Número de casos          | 53              | 53              | 53              | 51              | 50              | 53              | 53               |
|        | Correlação de Pearson    | <b>-0,589**</b> | <b>-0,420**</b> | <b>-0,512**</b> | -0,076          | <b>-0,353*</b>  | <b>0,678**</b>  | 1                |
|        | PM <sub>10</sub> P value | ,000            | ,001            | ,000            | ,591            | ,011            | ,000            |                  |
|        | Número de casos          | 55              | 55              | 55              | 53              | 51              | 53              | 55               |
| Lisboa | Correlação de Pearson    | 0,036           | 0,097           | 0,071           | -0,044          | 1               | -0,155          | <b>0,454**</b>   |
|        | O <sub>3</sub> P value   | ,782            | ,459            | ,590            | ,736            |                 | ,237            | ,000             |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|        | Correlação de Pearson    | -0,011          | -0,078          | -0,049          | 0,285*          | -0,155          | 1               | <b>0,740**</b>   |
|        | NO <sub>2</sub> P value  | ,933            | ,555            | ,713            | ,027            | ,237            |                 | ,000             |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
|        | Correlação de Pearson    | -0,014          | -0,037          | -0,027          | 0,233           | <b>0,454**</b>  | <b>0,740**</b>  | 1                |
|        | PM <sub>10</sub> P value | ,914            | ,780            | ,838            | ,073            | ,000            | ,000            |                  |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60               |
| Maia   | Correlação de Pearson    | <b>0,604**</b>  | <b>0,686**</b>  | <b>0,659**</b>  | <b>-0,372**</b> | 1               | <b>-0,307*</b>  | -0,114           |
|        | O <sub>3</sub> P value   | 0,000           | 0,000           | 0,000           | 0,003           |                 | 0,017           | 0,402            |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 56               |
|        | Correlação de Pearson    | <b>-0,495**</b> | <b>-0,392**</b> | <b>-0,451**</b> | 0,115           | <b>-0,307*</b>  | 1               | <b>0,657**</b>   |
|        | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,002            | ,000            | ,383            | ,017            |                 | ,000             |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 56               |
|        | Correlação de Pearson    | -0,216          | -0,117          | -0,168          | -0,191          | -0,114          | <b>0,657**</b>  | 1                |
|        | PM <sub>10</sub> P value | ,109            | ,392            | ,217            | ,158            | ,402            | ,000            |                  |
|        | Número de casos          | 56              | 56              | 56              | 56              | 56              | 56              | 56               |
| Porto  | Correlação de Pearson    | <b>0,670**</b>  | <b>0,731**</b>  | <b>0,714**</b>  | <b>-0,424**</b> | 1               | -0,272*         | -0,029           |
|        | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000            | ,000            | ,001            |                 | ,037            | ,826             |
|        | Número de casos          | 59              | 59              | 59              | 59              | 59              | 59              | 59               |
|        | Correlação de Pearson    | <b>-0,447**</b> | <b>-0,277*</b>  | <b>-0,367**</b> | -0,101          | <b>-0,272*</b>  | 1               | 0,113            |
|        | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,032            | ,004            | ,444            | ,037            |                 | ,391             |
|        | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 59              | 60              | 60               |

|                   |                          | Tmin            | Tmax            | Tmedia          | Ptotal          | O <sub>3</sub>  | NO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|                   | Correlação de Pearson    | -0,221          | -0,113          | -0,169          | -0,051          | -0,029          | 0,113           | 1                |
|                   | PM <sub>10</sub> P value | ,090            | ,388            | ,198            | ,700            | ,826            | ,391            |                  |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 59              | 60              | 60               |
| Santiago do Cacém | Correlação de Pearson    | <b>0,517**</b>  | <b>0,604**</b>  | <b>0,574**</b>  | -0,151          | 1               | <b>0,343**</b>  | 0,219            |
|                   | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000            | ,000            | ,251            |                 | ,007            | ,220             |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 33               |
|                   | Correlação de Pearson    | 0,051           | 0,094           | 0,077           | 0,100           | <b>0,343**</b>  | 1               | -0,040           |
|                   | NO <sub>2</sub> P value  | ,698            | ,474            | ,561            | ,448            | ,007            |                 | ,825             |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 33               |
|                   | Correlação de Pearson    | 0,209           | 0,226           | 0,221           | -0,134          | 0,219           | -0,040          | 1                |
|                   | PM <sub>10</sub> P value | ,244            | ,205            | ,216            | ,458            | ,220            | ,825            |                  |
|                   | Número de casos          | 33              | 33              | 33              | 33              | 33              | 33              | 33               |
|                   | Correlação de Pearson    | <b>0,693**</b>  | <b>0,790**</b>  | <b>0,765**</b>  | <b>-0,421**</b> | 1               | <b>-0,719**</b> | -0,049           |
|                   | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000            | ,000            | ,001            |                 | ,000            | ,747             |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 45               |
| Setúbal           | Correlação de Pearson    | <b>-0,675**</b> | <b>-0,673**</b> | <b>-0,693**</b> | <b>,302*</b>    | <b>-0,719**</b> | 1               | <b>0,418**</b>   |
|                   | NO <sub>2</sub> P value  | ,000            | ,000            | ,000            | ,019            | ,000            |                 | ,004             |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 45               |
|                   | Correlação de Pearson    | -0,286          | -0,113          | -0,156          | -0,211          | -0,049          | <b>0,418**</b>  | 1                |
|                   | PM <sub>10</sub> P value | ,056            | ,460            | ,307            | ,164            | ,747            | ,004            |                  |
|                   | Número de casos          | 45              | 45              | 45              | 45              | 45              | 45              | 45               |
| Sines             | Correlação de Pearson    | <b>0,438**</b>  | <b>0,514**</b>  | <b>0,512**</b>  | <b>-0,331**</b> | 1               | 0,147           |                  |
|                   | O <sub>3</sub> P value   | ,000            | ,000            | ,000            | ,010            |                 | ,262            | .                |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 0                |
|                   | Correlação de Pearson    | -0,142          | -0,093          | -0,057          | -0,064          | 0,147           | 1               |                  |
|                   | NO <sub>2</sub> P value  | 0,278           | 0,479           | 0,666           | 0,625           | 0,262           |                 | .                |
|                   | Número de casos          | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 0                |

Da análise das variáveis ambientais das diferentes localidades, pode-se tomar algumas conclusões:

1. O ozono é o poluente que maior grau de correlação possui com as variáveis meteorológicas, sendo a correlação com as temperaturas sempre positiva e com a precipitação sempre negativa. De entre as variáveis meteorológicas, é com a temperatura máxima que a relação é mais forte. Os valores mais elevados verificam-se entre o ozo-

no e a temperatura máxima na Chamusca ( $r=0,859$ ;  $p < 0,05$ ) e em Setúbal ( $r=0,790$ ;  $p < 0,05$ ). Sendo um poluente secundário, as condições de luminosidade e temperatura são favoráveis à sua formação fotoquímica.

2. O dióxido de azoto também se encontra relacionado com todas as variáveis meteorológicas em quase todas as localidades, mas sempre de uma forma negativa com a temperatura. As relações negativas mais fortes verificam-se na Amadora com a temperatura máxima ( $r=-0,569$ ;  $p < 0,05$ ) e em Setúbal com a temperatura média ( $r=-0,693$ ;  $p < 0,05$ ). Nos meses mais quentes a contribuição da queima de combustíveis fósseis (lareiras) para emissão dos óxidos de azoto é drasticamente reduzida. Por outro lado, no Verão as condições meteorológicas são mais favoráveis à dispersão deste poluente na atmosfera.

3. A precipitação total mensal é a variável meteorológica que menor relação evidencia com os três poluentes analisados. A relação mais forte desta variável com o ozono é negativa, e verificada na Chamusca ( $r=-0,518$ ;  $p < 0,05$ ). Com o dióxido de azoto a relação também é negativa e é mais relevante em Estarreja ( $r=-0,421$ ;  $p < 0,05$ ). Com as partículas a única relação encontrada é na Chamusca, embora o relacionamento seja fracamente negativo ( $r=-0,279$ ;  $p < 0,05$ ). A precipitação (ou ausência de luminosidade) dificulta a formação fotoquímica do ozono e por outro lado cria condições adversas à dispersão dos poluentes o que corrobora os factos encontrados.

4. Os três poluentes encontram-se relacionados. A relação entre o ozono e o dióxido de azoto é sempre negativa, sendo a correlação negativa mais forte a encontrada em Setúbal ( $r=-0,719$ ;  $p < 0,05$ ). Tal como referido anteriormente, os óxidos de azoto perante condições meteorológicas favoráveis reagem com os COV originando o poluente secundário, Ozono. A sua relação é assim inversamente proporcional, como se pode visualizar a partir da figura 24.

5. As correlações entre o dióxido de azoto e as partículas são sempre positivas, sendo a mais forte a encontrada em Lisboa ( $r=0,740$ ;  $p < 0,05$ ). Estes resultados evidenciam fontes comuns aos poluentes. Esta relação é ainda mais visível nas áreas mais urbanas onde existem unidades industriais de grandes dimensões e onde existe uma forte contribuição do tráfego automóvel. Os incêndios e a queima de combustível também são fontes comuns a estes poluentes.

6. Quando analisados os valores médios mensais de poluentes de todas as localidades para o período dos cinco anos verifica-se a existência de sazonalidade como demonstra a figura 24.

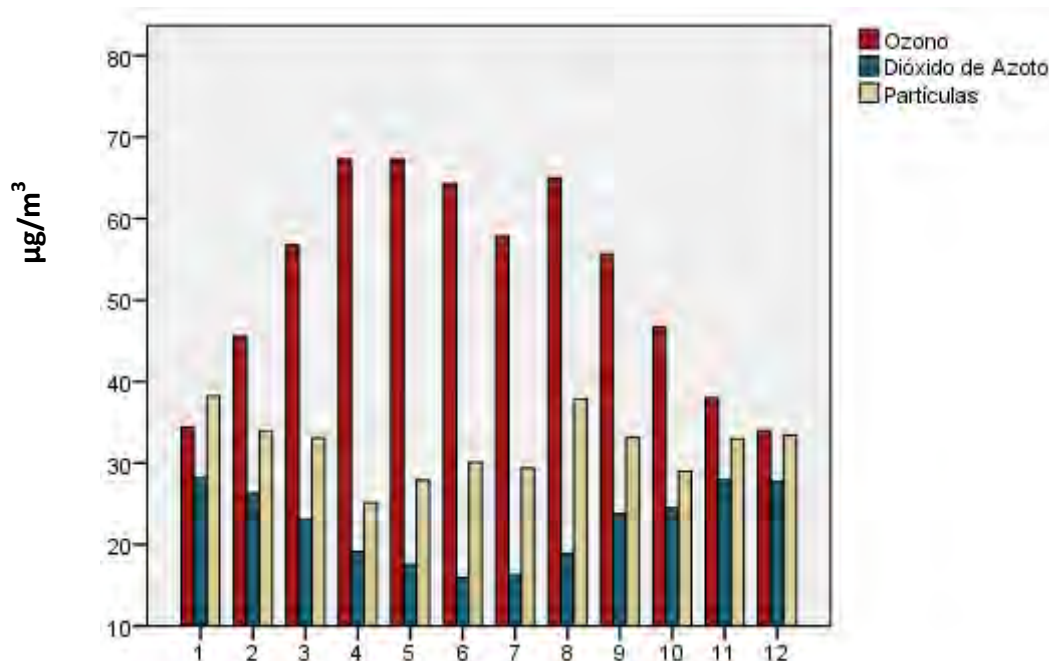


Figura 25: Gráfico da evolução mensal dos poluentes (média dos cinco anos para todas as localidades)

7. Os meses de Verão apresentam os valores mais elevados de ozono, e os meses de Inverno os valores mais elevados de dióxido de azoto e partículas, tal como seria de esperar. Observa-se no entanto um pico de concentração de partículas no mês de Agosto, que poderá estar relacionado com a ressuspensão de poeiras do solo associada a um tempo árido e pouca precipitação. No entanto as concentrações mais elevadas de partículas são registadas no Inverno, altura em que se verifica um aumento do aquecimento doméstico (lareiras). Para além disto nos meses mais frios, tal como já foi referido, as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

### 6.3 *Componente de Saúde e Ambiente*

Foram efectuadas regressões lineares simples entre a variável dependente (*cpercap*) e as variáveis independentes para cada uma das localidades. As variáveis independentes foram as variáveis meteorológicas e os “níveis de poluentes” (Ozono, Dióxido de Azoto e Partículas).

Quanto às variáveis meteorológicas, optou-se por colocar nas tabelas de resultados apenas a temperatura mínima visto ser esta a variável com resultados estatisticamente mais relevantes face às temperaturas máximas e médias do ar.

Quanto às variáveis independentes “níveis de poluentes” (Ozono, Dióxido de Azoto e Partículas) foram utilizados nas regressões os valores médios mensais calculados com base nos dois critérios já referidos anteriormente (Valores Médios Mensais e Valores Máximos Mensais) diferenciados por Variáveis Independentes A e Variáveis Independentes B. De referir, que todas as variáveis foram sujeitas a diferentes tratamentos estatísticos, tendo-se tido em conta sempre os melhores resultados das regressões efectuadas, sendo estes apenas os apresentados de seguida. Um exemplo do referido é a utilização da relação potência/logaritmo.

Na literatura consultada é referida a importância de desfasamentos temporais para períodos de 2-3 dias até um máximo de uma semana, entre causas e efeitos. No presente estudo, pelo nível de agregação dos dados ser mensal, foi experimentado um desfasamento temporal de um mês entre causas (variáveis independentes - “níveis de poluentes”) e efeitos (variável dependente - *cpercap*), no entanto os resultados não se mostraram interessantes.

Foram ainda efectuadas regressões lineares simples entre uma segunda variável dependente [*cpercap2* ou consumo de broncodilatadores e antiasmáticos na população mais sensível, crianças e idosos (<14 anos e >65 anos)] e as variáveis independentes (variáveis meteorológicas e “níveis de poluentes”), seguindo os mesmos critérios da análise efectuada para a variável dependente *cpercap*.

A negrito nas tabelas de resultados estão os valores dos declives das rectas estimadas com valores de  $p$  inferiores a 0,05, isto é, com um intervalo de confiança (IC) de 95%.

### 6.3.1 Variável dependente – Consumo de medicamentos médio *per capita*

Na tabela 23 apresentam-se os resultados encontrados para as regressões lineares efectuadas entre a variável dependente *cpercap* e as variáveis independentes.

Tabela 23: Parâmetros estatísticos que demonstram a variação do consumo de medicamentos *per capita* médio mensal com a temperatura mínima mensal, precipitação total mensal e poluentes atmosféricos (Variáveis Independentes A e Variáveis Independentes B)

|                |                | Tmin          | LnI(Ptotal)  | O <sub>3</sub> <sup>A</sup> | O <sub>3</sub> <sup>B</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>A</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>B</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>A</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> | Ln(PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> ) |
|----------------|----------------|---------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Amadora        | Constante      | 0,461         | 0,373        | 0,445                       | 0,473                       | 0,317                        | 0,323                        | 0,394                         | 0,404                         | 0,496                              |
|                | Declive        | <b>-0,006</b> | 0,003        | <b>-0,001</b>               | -0,001                      | <b>0,002</b>                 | <b>0,001</b>                 | 0,000                         | 0,000                         | -0,030                             |
|                | <i>p-value</i> | 0,00          | 0,412        | 0,004                       | 0,001                       | 0,001                        | 0,008                        | 0,636                         | 0,337                         | 0,202                              |
| Chamusca       | Constante      | 0,497         | 0,430        | 0,535                       | 0,535                       | 0,608                        | 0,506                        | 0,466                         | 0,444                         | 0,393                              |
|                | Declive        | -0,003        | 0,010        | -0,001                      | 0,000                       | <b>-0,024</b>                | -0,003                       | 0,000                         | 0,337                         | 0,020                              |
|                | <i>p-value</i> | 0,372         | 0,405        | 0,383                       | 0,343                       | 0,004                        | 0,463                        | 0,952                         | 0,678                         | 0,731                              |
| Estarreja      | Constante      | 0,413         | 0,327        | 0,447                       | 0,453                       | 0,335                        | 0,359                        | 0,290                         | 0,308                         | 0,126                              |
|                | Declive        | <b>-0,005</b> | 0,009        | <b>-0,002</b>               | <b>-0,001</b>               | 0,001                        | 5,5E-5                       | <b>0,002</b>                  | <b>0,001</b>                  | <b>0,055</b>                       |
|                | <i>p-value</i> | 0,015         | 0,211        | 0,001                       | 0,001                       | 0,341                        | 0,929                        | 0,006                         | 0,011                         | 0,007                              |
| Leiria         | Constante      | 0,466         | 0,350        | 0,524                       | 0,475                       | 0,328                        | 0,383                        | 0,394                         | 0,356                         | 0,244                              |
|                | Declive        | <b>-0,007</b> | <b>0,015</b> | <b>-0,002</b>               | <b>-0,001</b>               | <b>0,007</b>                 | 0,000                        | -7,9E-5                       | <b>0,001</b>                  | <b>0,036</b>                       |
|                | <i>p-value</i> | 0,00          | 0,001        | 0,000                       | 0,002                       | 0,000                        | 0,694                        | 0,913                         | 0,026                         | 0,029                              |
| Lisboa         | Constante      | 0,998         | <b>0,770</b> | 0,971                       | 0,863                       | 0,669                        | 0,166                        | 0,824                         | 0,604                         | -0,071                             |
|                | Declive        | <b>-0,014</b> | <b>0,016</b> | <b>-0,003</b>               | 0,000                       | <b>0,005</b>                 | <b>0,010</b>                 | 0,000                         | <b>0,003</b>                  | <b>0,210</b>                       |
|                | <i>p-value</i> | 0,00          | <b>0,028</b> | 0,000                       | 0,777                       | 0,000                        | 0,020                        | 0,947                         | 0,005                         | 0,005                              |
| Maia           | Constante      | 0,333         | 0,291        | 0,351                       | 0,362                       | 0,262                        | 0,268                        | 0,306                         | 0,304                         | 0,299                              |
|                | Declive        | <b>-0,002</b> | 0,004        | <b>0,000</b>                | <b>0,000</b>                | <b>0,002</b>                 | 0,001                        | -3,3E-5                       | 1,5E-5                        | 0,001                              |
|                | <i>p-value</i> | 0,073         | 0,407        | 0,019                       | 0,025                       | 0,007                        | 0,104                        | 0,957                         | 0,959                         | 0,948                              |
| Porto          | Constante      | 0,813         | <b>0,635</b> | 0,834                       | 0,871                       | 0,614                        | 0,653                        | 0,756                         | 0,708                         | 0,620                              |
|                | Declive        | <b>-0,007</b> | <b>0,025</b> | <b>-0,003</b>               | -0,002                      | <b>0,003</b>                 | 0,001                        | 0,000                         | 0,000                         | 0,027                              |
|                | <i>p-value</i> | 0,003         | <b>0,003</b> | 0,001                       | 0,000                       | 0,044                        | 0,127                        | 0,635                         | 0,435                         | 0,396                              |
| Santiago Cacém | Constante      | 0,163         | 0,138        | 0,104                       | 0,103                       | 0,122                        | 0,125                        | 0,124                         | 0,122                         | 0,107                              |
|                | Declive        | -0,001        | 0,003        | <b>0,001</b>                | <b>0,001</b>                | <b>0,006</b>                 | <b>0,003</b>                 | 0,000                         | 0,000                         | 0,006                              |
|                | <i>p-value</i> | 0,163         | 0,206        | 0,043                       | 0,033                       | 0,000                        | 0,002                        | 0,699                         | 0,567                         | 0,717                              |
| Setúbal        | Constante      | 0,429         | <b>0,333</b> | 0,451                       | 0,486                       | 0,297                        | 0,288                        | 0,384                         | 0,350                         | 0,315                              |
|                | Declive        | <b>-0,006</b> | <b>0,010</b> | <b>-0,001</b>               | <b>-0,001</b>               | <b>0,003</b>                 | <b>0,002</b>                 | 0,000                         | 0,000                         | 0,012                              |

|              |                | Tmin         | Ln(Ptotal)   | O <sub>3</sub> <sup>A</sup> | O <sub>3</sub> <sup>B</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>A</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>B</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>A</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> | Ln(PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> ) |
|--------------|----------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|              | <i>p-value</i> | 0,00         | <b>0,019</b> | 0,000                       | 0,000                       | 0,004                        | 0,001                        | 0,452                         | 0,721                         | 0,722                              |
| <b>Sines</b> | Constante      | 0,451        | 0,552        | 0,560                       | 0,515                       | 0,524                        | 5,6E-5                       |                               |                               |                                    |
|              | Declive        | <b>0,006</b> | -0,011       | 0,000                       | 8,5E-5                      | 0,000                        | 0,521                        |                               |                               |                                    |
|              | <i>p-value</i> | 0,008        | 0,066        | 0,391                       | 0,889                       | 0,889                        | 0,973                        |                               |                               |                                    |

A variável explicativa mais relevante, em todas as localidades é a *temperatura mínima*, com excepção da Chamusca e de Santiago do Cacém, em que não se obteve resultados estatisticamente significativos. Em Lisboa, estima-se que para um aumento de um grau centígrado na temperatura mínima, o consumo *per capita* de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos diminua cerca de 1,4% (em unidades de consumo:0,014; p <0,05). Este resultado é coincidente com outros estudos efectuados no nosso país. Célia Alves (2005) refere no estudo “ *Effects of air pollution on emergency admissions for chronic obstructive pulmonary diseases in Oporto, Portugal.*”, que um decréscimo de 5°C na temperatura está associado a um aumento de duas admissões diárias nas urgências por episódios de DPOC.

Quanto à precipitação, foram encontradas relações positivas, embora fracas, em Leiria, Lisboa, Porto e Setúbal. A relação mais forte é a verificada no Porto, em que um aumento de 10mm na precipitação faz aumentar 0,25% do consumo *per capita*.

Em relação aos poluentes, os resultados não são uniformes nem consistentes com a teoria. Em primeiro lugar há que referir que se pensou inicialmente que a inclusão das Variáveis Independentes B (valores máximos mensais dos poluentes) potenciasse as relações entre os poluentes e a nossa variável dependente (consumo *per capita* de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos). Porém tal hipótese não se verificou, constatando-se a situação oposta, ou seja, as relações de um modo geral enfraqueceram. Isto ocorreu para todos os poluentes.

Apesar de o ozono ser um oxidante forte com efeitos graves nas vias respiratórias, as relações encontradas para a maioria das localidades, apesar de estatisticamente significativas, evidenciam uma relação negativa, pelo que estes resultados não poderão ser válidos.

Não existem estatísticas portuguesas de saúde pública relativas a episódios de exposição ao ozono, mas no Reino Unido, de acordo com um estudo de Stedman,



Lineham e King (1999), em 1995, referido no *Programa para os Tectos de Emissão Nacional* (Agência Portuguesa do Ambiente, 2004) a morte de 12240 pessoas vulneráveis pode ter sido precipitada pela exposição a episódios de elevadas concentrações de ozono, estimando-se, para o mesmo ano, 10455 admissões em hospitais associadas à exposição ao ozono.

Tomando as relações do dióxido de azoto com o consumo de medicamentos estas são positivas na maioria das localidades, com excepção para a Chamusca. O valor mais elevado encontrado, corresponde a Leiria, onde podemos estimar que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de Dióxido de Azoto faz aumentar o consumo de medicamentos em 7%.

Zeghnoun *et al* (1999) encontraram significativas associações entre as variações diárias de  $\text{SO}_2$ , partículas e  $\text{NO}_2$ , e as vendas de medicamentos respiratórios (medicamentos mucolíticos e anti-tússicos). O maior risco relativo foi verificado, para um período de atraso de 8 dias, no caso das partículas,  $\text{RR}=1,052$  (95% IC) e no caso do  $\text{NO}_2$ ,  $\text{RR}=1,046$  (95% IC). Estes autores referem que os riscos relativos observados neste estudo são similares àqueles relatados em diversos estudos epidemiológicos (Schwartz, 1997; Moolgavkar *et al.*, 1997; Medina *et al.*, 1994; Katsouyanni *et al.*, 1996). Também Pitard *et al* (2004) encontraram associações dos medicamentos com  $\text{NO}_2$  para períodos de atraso entre 5 e 7 dias, e com as partículas entre 1-7 dias. O efeito de um aumento de  $10\mu/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$  durante 10 dias está fortemente associado com um aumento de 13,6% nas vendas de medicamentos para tosse e constipações em crianças e um aumento de 3,5% nas vendas dos mesmos medicamentos no grupo etário 15-64 anos. De um modo geral foram encontradas diferenças entre grupos etários diferentes (0-14; 15-64; 65-74; +75).

As relações encontradas entre as partículas e o *cpercap* não são na generalidade das localidades, estatisticamente significativas. Ressalva-se o caso de Estarreja, Leiria e Lisboa. É de salientar que esta variável não apresentava distribuição normal, pelo que se recorreu ao seu logaritmo, no entanto tal procedimento não melhorou os resultados. Em Lisboa estima-se que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no valor da concentração média dos valores máximos mensais faça com que o consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos aumente cerca de 3%.

Vegni et al (2005) efectuaram uma análise de séries temporais para avaliar a possível relação entre os níveis semanais de poluição atmosférica e os dados dos medicamentos respiratórios dispensados. Constataram que a maioria dos medicamentos dispensados foi  $\beta_2$ - Agonistas e corticosteróides e que existe uma forte associação entre os indicadores de saúde utilizados e a poluição, sendo que para um aumento de  $100 \mu\text{m}/\text{m}^3$  de Partículas Suspensas Totais verifica-se um aumento aproximado de 13% dos casos (o número total de indivíduos, residentes na cidade de Como, Itália, que obtiveram pelo menos um dos medicamentos R03 dispensados durante uma semana) e de 22% de DDD (doses diárias definidas para os medicamentos respiratórios dispensados).

No estudo que investigou o papel da poluição atmosférica num possível aumento do uso de medicação em adultos asmáticos (Klot et al, 2002) a poluição por partículas está associada a um aumento do uso de medicação inalada para asma, e também ao aumento dos sintomas, particularmente de pieira. A exposição cumulativa a partículas associada a um período de 14 dias está associada ao uso de corticosteróides inalados. Os efeitos das partículas, fizeram-se sentir em maior grau no uso de corticosteróides, do que no dos  $\beta_2$ -agonistas, e acumularam-se num período mais longo. Este resultado vai de encontro ao inicialmente esperado, já que seria expectável que existisse uma maior associação com a medicação de alívio ( $\beta_2$ - agonistas de acção curta) e não com os corticosteróides que são usados como medicação de controlo ou manutenção todos os dias. A não adesão dos doentes ao plano de tratamento de rotina pode ser responsável por este fenómeno. Os doentes de asma podem parar o tratamento quando se sentem bem, e retoma-lo apenas quando se sentem pior, por exemplo, após um período longo de altos níveis de poluição atmosférica.

A falta de adesão ao tratamento é também um facto no nosso país. O ONDR (2007) refere que a asma é uma doença subvalorizada e mal controlada. Por outro lado, revela que apenas são dispensadas cerca de três milhões de embalagens de broncodilatadores e antiasmáticos por ano. Dado a prevalência de asma e DPOC e as estimativas de doentes que necessitariam de fazer terapêutica, de uma forma continuada, o número sugere uma clara situação de sub-tratamento.

### 6.3.2 Variável dependente – Consumo de medicamentos médio *per capita* na população sensível

Os resultados encontrados para as regressões lineares efectuadas entre a variável dependente *cpercap2* e as variáveis independentes encontram-se na tabela 24.

Tabela 24: Parâmetros estatísticos que demonstram a variação do consumo de medicamentos *per capita* médio mensal na população mais sensível (crianças e idosos) com a temperatura mínima mensal, precipitação total mensal e poluentes atmosféricos (Variáveis Independentes A e Variáveis Independentes B)

|                   |           | Tmin          | Ptotal       | LnI<br>(Ptotal) | O <sub>3</sub> <sup>A</sup> | O <sub>3</sub> <sup>B</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>A</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>B</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>A</sup> | PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> | Ln<br>(PM <sub>10</sub> <sup>B</sup> ) |
|-------------------|-----------|---------------|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Amadora           | Constante | 1,478         | 1,202        | 1,174           | 1,429                       | 1,516                       | 1,030                        | 1,050                        | 1,251                         | 1,261                         | 1,441                                  |
|                   | Declive   | <b>-0,020</b> | 0,000        | 0,016           | <b>-0,004</b>               | <b>-0,004</b>               | <b>0,006</b>                 | <b>0,003</b>                 | 0,000                         | 0,000                         | -0,055                                 |
|                   | p-value   | 0,00          | 0,171        | 0,201           | 0,003                       | 0,000                       | 0,001                        | 0,009                        | 0,769                         | 0,646                         | 0,443                                  |
| Chamusca          | Constante | 1,402         | 1,242        | 1,202           | 1,500                       | 1,501                       | 1,724                        | 1,432                        | 1,309                         | 1,249                         | 1,076                                  |
|                   | Declive   | -0,009        | 0,001        | 0,032           | -0,003                      | -0,002                      | -0,068                       | -0,010                       | -4,5E-5                       | 0,002                         | 0,067                                  |
|                   | p-value   | 0,391         | 0,218        | 0,382           | 0,413                       | 0,372                       | 0,004                        | 0,454                        | 0,995                         | 0,646                         | 0,691                                  |
| Estarreja         | Constante | 1,244         | 1,043        | 0,972           | 1,349                       | 1,364                       | 1,002                        | 1,076                        | 0,867                         | 0,926                         | 0,361                                  |
|                   | Declive   | -0,014        | 0,001        | 0,030           | <b>-0,005</b>               | <b>-0,003</b>               | 0,004                        | 0,000                        | <b>0,006</b>                  | <b>0,002</b>                  | <b>0,171</b>                           |
|                   | p-value   | 0,020         | 0,097        | 0,190           | 0,001                       | 0,002                       | 0,292                        | 0,868                        | 0,005                         | 0,010                         | 0,007                                  |
| Leiria            | Constante | 1,406         | 1,149        | 1,122           | 1,700                       | 1,479                       | 0,972                        | 1,057                        | 1,194                         | 1,031                         | 0,591                                  |
|                   | Declive   | <b>-0,024</b> | 0,00         | 0,016           | <b>-0,009</b>               | <b>-0,003</b>               | <b>0,025</b>                 | <b>0,003</b>                 | 0,000                         | <b>0,002</b>                  | <b>0,143</b>                           |
|                   | p-value   | 0,00          | 0,313        | 0,219           | 0,000                       | 0,002                       | 0,000                        | 0,015                        | 0,851                         | 0,003                         | 0,008                                  |
| Lisboa            | Constante | 2,673         | 2,123        | 2,116           | 2,609                       | 2,630                       | 1,821                        | 0,249                        | 2,229                         | 1,659                         | -0,054                                 |
|                   | Declive   | <b>-0,038</b> | <b>0,001</b> | 0,029           | <b>-0,008</b>               | -0,006                      | <b>0,013</b>                 | <b>0,029</b>                 | 0,000                         | <b>0,008</b>                  | <b>0,531</b>                           |
|                   | p-value   | 0,00          | 0,011        | 0,141           | 0,000                       | 0,298                       | 0,001                        | 0,010                        | 0,857                         | 0,010                         | 0,009                                  |
| Maia              | Constante | 1,108         | 1,004        | 0,964           | 1,170                       | 1,205                       | 0,874                        | 0,887                        | 1,006                         | 0,999                         | 0,927                                  |
|                   | Declive   | -0,008        | 0,00         | 0,015           | <b>-0,003</b>               | <b>-0,002</b>               | <b>0,008</b>                 | 0,003                        | 0,000                         | 0,000                         | 0,021                                  |
|                   | p-value   | 0,065         | 0,324        | 0,323           | 0,014                       | 0,022                       | 0,005                        | 0,072                        | 0,879                         | 0,793                         | 0,757                                  |
| Porto             | Constante | 2,440         | 2,108        | 1,900           | 2,505                       | 2,616                       | 1,859                        | 1,982                        | 2,252                         | 2,102                         | 1,765                                  |
|                   | Declive   | <b>-0,022</b> | <b>0,001</b> | <b>0,078</b>    | <b>-0,009</b>               | <b>-0,006</b>               | <b>0,007</b>                 | 0,002                        | -0,001                        | 0,001                         | 0,104                                  |
|                   | p-value   | 0,003         | 0,003        | 0,003           | 0,001                       | 0,000                       | 0,050                        | 0,167                        | 0,735                         | 0,307                         | 0,281                                  |
| Santiago<br>Cacém | Constante | 0,493         | 0,425        | 0,417           | 0,310                       | 0,306                       | 0,366                        | 0,376                        | 0,374                         | 0,369                         | 0,326                                  |
|                   | Declive   | -0,004        | 0,001        | 0,010           | <b>0,002</b>                | <b>0,002</b>                | <b>0,019</b>                 | <b>0,010</b>                 | 0,001                         | 0,00                          | 0,017                                  |
|                   | p-value   | 0,178         | 0,074        | 0,197           | 0,042                       | 0,031                       | 0,000                        | 0,001                        | 0,703                         | 0,576                         | 0,728                                  |
| Setúbal           | Constante | 1,368         | 1,105        | 1,064           | 1,435                       | 1,544                       | 0,963                        | 0,376                        | 1,217                         | 1,094                         | 0,914                                  |
|                   | Declive   | <b>-0,019</b> | <b>0,001</b> | <b>0,031</b>    | <b>-0,005</b>               | <b>-0,004</b>               | <b>0,009</b>                 | <b>0,010</b>                 | -0,002                        | 0,001                         | 0,060                                  |
|                   | p-value   | 0,00          | 0,011        | 0,024           | 0,000                       | 0,000                       | 0,009                        | 0,001                        | 0,497                         | 0,587                         | 0,573                                  |
| Sines             | Constante | 1,476         | 1,740        | 1,805           | 1,810                       | 1,661                       | 1,705                        | 1,700                        |                               |                               |  |
|                   | Declive   | <b>0,020</b>  | 0,000        | -0,036          | -0,002                      | 0,001                       | 0,000                        | 0,001                        |                               |                               |  |
|                   | p-value   | 0,007         | 0,171        | 0,068           | 0,486                       | 0,772                       | 0,972                        | 0,868                        |                               |                               |  |

Os resultados das regressões lineares simples encontrados para a variável *cperc2* são muito semelhantes aos encontrados para a variável *cpercap*, embora os valores sejam todos mais elevados, o que comprova a hipótese de ser a população sensível a mais afectada pelos poluentes atmosféricos. É importante referir que os aspectos demográficos são importantes e devem ser considerados neste tipo de análise. Os idosos demonstram aumento da susceptibilidade aos poluentes atmosféricos devido à redução dos seus mecanismos de defesa, diminuição das reservas fisiológicas e aumento da prevalência de doenças. As crianças também possuem mecanismos de defesa ainda não totalmente maduros, aumento das taxas de ventilação por unidade de massa corporal e tendência para passar mais horas ao ar livre do que os adultos, expondo-se, portanto, mais aos poluentes.

A título de exemplo toma-se o caso de Lisboa. Considerada a população total, estima-se que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no valor da concentração média dos valores máximos mensais de partículas faça com que o consumo de medicamentos broncodiladores e antiasmáticos aumente cerca de 3%. Quando considerada apenas a população mais sensível, esse mesmo aumento do consumo de medicamentos cifra-se em 8%.

## **6.4 Regressão Linear Múltipla**

Procedeu-se à análise da regressão linear múltipla (RLM) para cada uma das localidades, pelo método *stepwise* do SPSS (apenas dão entrada no modelo as variáveis para as quais o valor da estatística *F* é significativo,  $p < 0,05$ ), tendo como variável dependente o consumo médio *per capita* de medicamentos, e as variáveis independentes (temperatura mínima mensal, precipitação total, Ozono, Dióxido de Azoto e Partículas). Numa primeira RLM foram utilizadas as variáveis independentes A e numa segunda RLM, as variáveis independentes B. Para o melhor ajustamento dos modelos foram utilizados os logaritmos das variáveis da precipitação total e do poluente  $\text{PM}_{10}$ , de modo a que estas variáveis seguissem uma distribuição normal.

Os resultados não foram estatisticamente significativos e os modelos conseguidos para a grande maioria das localidades apresentavam violações dos pressupostos em cima referidos. A colineariedade entre variáveis torna difícil obter interpretações sobre o efeito isolado de cada uma das variáveis, quando se aplica a regressão linear múltipla. O valor de F obtido para a maioria das variáveis ambientais não foi significativo, constatando-se que a variável mais sensível era a temperatura mínima, tal como se referiu no procedimento estatístico, regressão linear simples.

Escolheu-se o concelho de Lisboa para fazer uma análise mais profunda, procurando incluir desfasamentos temporais de um mês nas variáveis poluentes, e fazendo ajustamentos nas variáveis de modo a conseguir o melhor modelo ajustado que pudesse traduzir a melhor relação entre as diversas variáveis independentes e a nossa variável dependente, *cpercap*. No entanto os modelos obtidos não são robustos, não se conseguindo melhores resultados que os obtidos com as regressões lineares simples descritas no ponto anterior.

## 7 CONCLUSÕES

Em primeiro lugar é importante referir que a primeira hipótese levantada inicialmente no estudo *“Existirá maior consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos nas zonas que apresentam maiores níveis de poluição?”* não foi possível de ser testada convenientemente. De facto podemos afirmar, que localidades urbanas como Lisboa e Porto apresentam simultaneamente consumos de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos e índices de poluição elevados. No entanto, em Estarreja, essa afirmação já não é válida, tornando inconclusiva a resposta à pergunta formulada.

Verificou-se que a temperatura tem visível influência no consumo de medicamentos, sendo que esse consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos é maior nas épocas do ano mais frias, confirmando-se a segunda hipótese colocada no presente estudo. Em Lisboa, estima-se que para um aumento de um grau centígrado na temperatura mínima, o consumo *per capita* de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos diminua cerca de 1,4% (em unidades de consumo:0,014;  $p < 0,05$ ). Relativamente à precipitação, foram encontradas relações positivas, embora fracas, em Leiria, Lisboa, Porto e Setúbal. A relação mais forte é a verificada no Porto, em que um aumento de 10mm na precipitação faz aumentar 0,25% do consumo *per capita*. Quanto aos poluentes, e tomando as relações do dióxido de azoto com o consumo de medicamentos estas são positivas na maioria das localidades, com excepção para a Chamusca. O valor mais elevado encontrado, corresponde a Leiria, onde podemos estimar que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de Dióxido de Azoto faz aumentar o consumo de medicamentos em 7%. Em relação às partículas, em Lisboa estima-se que um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no valor da concentração média dos valores máximos mensais faça com que o consumo de medicamentos broncodilatadores e antiasmáticos aumente cerca de 3%.

Face aos resultados encontrados torna-se necessário analisar as diversas limitações do estudo efectuado, formulando uma análise crítica adequada.

A base de dados de consumo de medicamentos fornecida pelo IMS, possuía um nível de desagregação de dados mensal, pelo que a análise efectuada teve de ter em conta este período. Este facto, impossibilitou um estudo mais apropriado, quer sob o ponto de vista estatístico (número de casos reduzido), quer sob o ponto de vista de análise de efeitos a curto prazo do aumento de concentrações de Ozono, Dióxido de Azoto e Partículas no consumo de medicamentos. Seria mais útil e interessante analisar consumos diários ou mesmo semanais, incluindo desfasamentos temporais nestes períodos. Concluindo, a análise mensal impossibilitou a utilização de metodologias estatísticas mais recomendadas para a avaliação dos efeitos ambientais na saúde. No entanto, este estudo não teve a pretensão de construir um modelo predictor que pudesse estimar o efeito dos poluentes no consumo dos medicamentos, pelo contrário, apresentando-se como um estudo prospectivo em que um dos objectivos principais, foi avaliar se o indicador de saúde utilizado seria ou não adequado para estudar esses mesmos efeitos em catorze localidades portuguesas.

Outra limitação residiu na base de dados dos poluentes por localidade. A eficiência de medição nas estações de monitorização da qualidade do ar nem sempre é a desejável, pelo que se teve de eliminar algumas estações, poluentes e localidades do estudo. Outro aspecto a criticar é o método escolhido para a obtenção dos dados meteorológicos. O método possível foi a leitura visual dos gráficos, com o cálculo médio dos valores das escalas dos mapas gráficos de Portugal Continental. Há que ter em conta que o grau de incerteza associado é considerável.

Existem ainda outras limitações inerentes ao tipo de estudo (ecológico). Assumiu-se que os indivíduos foram igualmente expostos e a heterogeneidade da população não foi tida em consideração. Características demográficas, como a estrutura etária ou índice de envelhecimento, a prevalência e co-factores de doenças, como hábitos tabágicos, estilo de vida, além de factores como o acesso e qualidade dos cuidados de saúde, factores sócio-culturais e económicos, entre outros, são características que diferenciam as populações, e que têm de ser levadas em conta numa análise cuidada de resultados. Para além disto tudo há ainda que ter em consideração de que a poluição do ar dos espaços interiores não foi tida em consideração.

Apesar do indicador de saúde utilizado providenciar um maior poder estatístico (Klot *et al*, 2002; Pitard *et al*, 2004; Vegni *et al* 2005; Zeghnoun *et al*, 1999) quando comparado com o número de mortes, ou o número de admissões hospitalares, também apresenta algumas limitações. O uso destes indicadores de saúde obriga a que haja uma rede implementada de modo a cobrir todas as vendas de medicamentos respiratórios, e a exportação destas vendas para uma base de dados segura, o que deixa sempre um grau de incerteza. A vigilância periódica dos efeitos sobre a saúde da poluição atmosférica exige bases de dados de qualidade, com dados obtidos de forma rotineira e estandardizada (OMS, 2004).

O indicador de saúde “consumo de medicamentos broncodilatadores e anti-asmáticos” também pode apresentar uma baixa especificidade. Os medicamentos dispensados podem ser uma resposta imediata a um problema respiratório agudo. No entanto, alguns doentes com patologias crónicas respiratórias têm o seu stock caseiro, que regularmente é renovado pela aquisição de novos medicamentos. Os medicamentos dispensados para profilaxia podem diluir o efeito da necessidade aguda, ainda mais tendo em conta que o nível de agregação na base de dados é mensal. Uma agregação dos dados feita semanalmente mitigaria este problema, uma vez que reduziria envios relativos à dispensa de medicamentos, nomeadamente às diferenças entre os dias da semana, dia de encerramento das farmácias, diferenças entre a data de prescrição do medicamento e a data da dispensa. Para além de tudo isto há que ter em conta outro tipo de variações entre diferentes populações como a dependência da disponibilidade médica, da atitude dos clínicos face à prescrição, das listas de espera, do tempo que os indivíduos demoram a ir à farmácia ou da própria disponibilidade de dispensa das farmácias, entre outros factores.

Outro aspecto a melhorar em estudos do género seria o tipo de análise estatística efectuada aos poluentes atmosféricos. Elevadas correlações positivas entre os poluentes NO<sub>2</sub> e Partículas, no presente estudo, indicam fontes emissoras e/ou processos de formação comuns (nomeadamente a combustão). Apesar de se ter utilizado dados de estações de fundo, de forma a mitigar a contribuição do tráfego automóvel, por vezes tal não foi possível.



Dióxido de Azoto e Partículas estão mutuamente relacionados, o que sob ponto de vista de estimativa de modelos através de Regressão Linear Múltipla, resulta numa redundância de informação. Os efeitos dos poluentes podem estar subestimados no modelo RLM, e a significância estatística do modelo é afectada negativamente. Numa fase exploratória, como foi o proposto nesta dissertação, faz todo o sentido analisar as correlações entre poluentes. No entanto, tal facto deve ser tido em consideração em estudos futuros mais aprofundados. Deve-se ter em linha de conta de que a presença em simultâneo destes dois poluentes torna o modelo de RLM inviável. Outro aspecto a ter em conta em estudos futuros é a investigação do efeito dos poluentes em estações quentes (Verão/Primavera) e estações frias (Outono/Inverno), uma vez que se verificou sazonalidade nas concentrações dos poluentes, nomeadamente do Ozono e das Partículas. Para um estudo mais aprofundado desta matéria, seria aconselhável a criação de variáveis binárias e ajustadas ao modelo.

Em estudos futuros seria interessante construir um modelo que pudesse prever flutuações no consumo, face a variações nas concentrações dos poluentes, construindo diferentes cenários e quantificando monetariamente essas flutuações no consumo de medicamentos.

Com as devidas cautelas, podemos dizer que os dados de dispensa de medicamentos podem ser úteis como indicadores de morbilidade, assim como parâmetros económicos da saúde para uma adequada vigilância dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen SF, Beeson WL, Yang JX. (1999). Long- term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am J Resp Crit Care Med.* 159: 373-382.

Agência Portuguesa do Ambiente; Programa para os Tectos de Emissão Nacional- Estudos de Base. Maio 2004. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Ar/EmissoesAtmosfericas/PTEN/Documents/Cen%C3%A1rio%20de%20Cumprimento.pdf>

Agência Portuguesa do Ambiente; Relatório do Estado do ambiente 2006; Dezembro 2007; ISBN 878-972-8577-36-0. 2007. Disponível em: [http://www.apambiente.pt/portal/page?\\_pageid=73,408080&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&docs=16008328](http://www.apambiente.pt/portal/page?_pageid=73,408080&_dad=portal&_schema=PORTAL&docs=16008328)

Agência Portuguesa do Ambiente; Relatório do Estado do ambiente 2007; Outubro 2008; Disponível em: [http://www.apambiente.pt/Destaques/Documents/REA2007\\_vpreliminar.pdf](http://www.apambiente.pt/Destaques/Documents/REA2007_vpreliminar.pdf)

Agência Europeia do Ambiente. The European Environment – State and Outlook. 2005; Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/>

Agência Europeia do Ambiente. O ambiente na Europa — Quarta avaliação. Sumário executivo; State of the environment report No 2/2007. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/>

Albuquerque de Castro, Hermano. Gouveia, Nelson e Escamilla-Cejudo, José A. (2003). Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. *Rev. Bras. Epidemiologia*, Nº 2. Vol. 6.

Alves, Célia; Ferraz, Conceição A. (2005). Effects of air pollution on emergency admissions for chronic obstructive pulmonary diseases in Oporto, Portugal. *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 23, No.1

American Thoracic Society (ATS). What constitutes an adverse health effect of air pollution? (2000). *American journal of respiratory and critical care medicine*. Vols. 161: 665–673.

Ayres Jon , Maynard Robert, Richards Roy . (2006). Air pollution and health. London : Imperial College Press, cop. XV, 248 p. : il. ISBN 1-86094-191-5

Bahn, Mausner &. Introdução à Epidemiologia. (1990). Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian

Bascom R, Bromberg PA, Costa DA, Devlin R, Dockery DW, Frampton MW, Lambert W, Samet JM, Speizer FE, Utell M. (1996). State Of The Art. Health Effects Of Outdoor Pollution. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*;153(1):3-50.

Beaglehole R, Bonita R, Kjellstrom T. Epidemiologia Básica. World Health Organization. Geneva, 1993. Edição da Escola Nacional de Saúde Pública. Capítulo 9-Epidemiologia Ambiental e Ocupacional, pg. 127-139 Epidemiologia Ambiental e Ocupacional.

Bell ML, Davis DL. (2001). Reassessment of the Lethal London fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environ health perspect.*, 109 suppl 3:389–394.

Bousquet J, van Cauwenberge P, Khaltaev N. (2002). Allergic rhinitis and its impact on asthma (ARIA). Vols. *Allergy*;57:841-855.

Bousquet J, Dahl R, Khaltaev N. (2007). Global Alliance against Chronic Respiratory Diseases. s.l. : *Eur Respir J* : Vols. 29:233-239.

Borrego C., Neuparth N., Carvalho A.C., Carvalho A.J., Miranda A.I., Costa A.M., Monteiro A., Martins H., Martins V., Correia I., Ferreira J., Amorim J.H., Pinto J.R., Santos J., Silva J.V., Valente J., Simões L., Lopes M., Tchepel O., Cascão P., Lopes da Mata P., Santos P., Tavares R., Nunes T., Martins V. *A Saúde e o Ar que Respiramos* -Um Caso de Estudo em Portugal. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 2008. ISBN-978-972-31-1259-7

Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. (2001). The lag structure between particulate air pollution and respiratory and cardiovascular deaths in 10 US cities. *J Occup Environ Med.*; 43(11):927-33.

Braga, A., Pereira, L.A. Saldiva, P.H.N. (2002). Poluição atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. Trabalho apresentado no evento Sustentabilidade na Geração e uso de Energia, UNICAMP. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=1039>

Brunekreef Bert. Air pollution and life expectancy: is there a relation? (1997). *Occupation and Environmental Medicine*;54:781-784

Brunekreef Bert, Holgate Stephen T. (2002). Air pollution and health; *The Lancet*, Volume 360, Issue 9341, 19 October 2002, Pages 1233-1242.

Castro L.M. (1997). Composição e Origem dos Poluentes Particulados numa Atmosfera Costeira. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro.

Comissão das Comunidades Europeias- Estratégia Temática sobre Poluição Atmosférica [COM (2005) 446 final] Bruxelas 2005. Disponível em : [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2005/com2005\\_0446pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2005/com2005_0446pt01.pdf)

Comissão das Comunidades Europeias - O Nosso Futuro, A Nossa Escolha - 6º Programa de Acção Comunitário em matéria de Ambiente 2001-2010.Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2001 ISBN 92-894-0265-2. Disponível em <http://www.aprendereuropa.pt/document/ambiente2010.pdf>

Dias Carlos Matias, Freitas Mário,Briz Teodoro. (2007). Indicadores de Saúde:Uma visão de Saúde Pública, com interesse em Medicina Geral e Familiar. *Revista Portuguesa de Clínica Geral*: Vols. 23:439-50.

Direcção-Geral da Saúde. *Programa Nacional Controlo e Prevenção da Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica*. 2004.

Direcção-Geral da Saúde. Elementos Estatísticos: Informação Geral: Saúde 2005 / Direcção-Geral da Saúde – Lisboa: Direcção-Geral da Saúde, 2007 ISSN 0872-1114

Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, et al. (1993) An Association between air pollution and mortality in six US cities. *New England Medical Journal*; 329:1753-59.

Donaldson Kenneth, Gilmour M Ian, MacNee William. (2000). Asthma and PM<sub>10</sub>. *Respiratory Research*, 1:12-15doi:10.1186/rr5. Disponível em: <http://respiratory-research.com/content/1/1/012>

Dunlap, R.E. e Rosa. Environmental sociology. R. J. V. (Ed.) E. F. e Montgomery. *The Encyclopedia of Sociology*. Nova Iorque : MacMillan, 2000.

Edfors-Lubs ML. (1971) Allergy in 7000 twin pairs. *Acta Allergol* ; 26(4): 249-85

Fernandes E.O., Silva G.V., Martins A., Samúdio M.J., Guedes J. Barros H., Ramos E., Fraga S. *Saúde Ambiental em Ambiente Escolar in Investigação em Ambiente e Saúde / Desafios e Estratégias* (eds. C. Borrego, A. Carvalho, A.I. Miranda, A.M. Costa, A. Monteiro, J.H. Amorim, J. Valente, M Lopes, N. Neuparth) 2009

Ferreira, Joana – Relação Qualidade do Ar e Exposição Humana à Poluentes Atmosféricos. Tese apresentada à Universidade de Aveiro para Obtenção do grau de Doutora. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Outubro 2007

Ferreira F., Nogueira L. Nogueira, Santos C. Silva, Tente H., Moreira S, Jerónimo C., Gomes P. e Matos A.. *PM Lx – Diagnóstico e Metodologia para o Estudo dos Efeitos das partículas Finas na Cidade de Lisboa in Investigação em Ambiente e Saúde / Desafios e Estratégias* (eds. C. Borrego, A. Carvalho, A.I. Miranda, A.M. Costa, A. Monteiro, J.H. Amorim, J. Valente, M Lopes, N. Neuparth) 2009

Friedman, Michael, Kenneth Powell, Lori Hutwagner, LeRoy Graham, and W. Gerald Teague. (2001). "Impact of Changes in Transportation and Commuting Behaviors During the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta on Air Quality and Childhood Asthma." *Journal of the American Medical Association* 285:897–905.

Gaspar A, Morais de Almeida M, Nunes C. (2006). Epidemiologia da asma grave. *Revista Portuguesa de Imunoalergologia*; 14 (Supl2): 27-41.

Global Burden of asthma, Global Initiative for Asthma (GINA). 2004. Disponível em: <http://www.ginasthma.org/ReportItem.asp?l1=2&l2=2&intId=94>.

Global Strategy for Asthma Management and Prevention, Global Initiative for Asthma (GINA) 2007. Disponível em: <http://www.ginasthma.org>.

Global Initiative for Asthma (GINA), National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI); 2006. Global strategy for asthma management and prevention. 2007. Disponível em: <http://www.ginasthma.org>.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) - Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease- Updated 2008; Medical Communications Inc. 2008. Disponível em <http://www.goldcopd.com>

INFARMED - Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento: Estatística do Medicamento 2003. Lisboa. ISBN: 972-8425-50-3

INFARMED - Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento: Estatística do Medicamento 2004. Lisboa.

INFARMED - Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento: Estatística do Medicamento 2005. Lisboa.

INFARMED - Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento: Estatística do Medicamento 2006. Lisboa

INSA - Análise Geográfica de Factores Ambientais e Socioeconómicos em Saúde. (2007). Disponível em: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/ComInf/Noticias/Paginas/MortalidadeInternamentosPortugal.aspx>

IPCS (International Programme on Chemical Safety) – Human Exposure Assessment. United Nations Environment Programme (UNEP), International Labour Organization (ILO) and World Health Organization (WHO). WHO: Geneva, 2000. ISBN 92 4157214 0

Katsouyanni Klea; (2003) Ambient air pollution and health. *British Medical Bulletin*; Vol. 68: 143–156 DOI: 10.1093/bmb/ldg028

Klot, S. von, Wolke, G., Tuch, T., Heinrich, J., Dockery, D.W., Schwartz, J., Kreyling, W.G., Wichmann, H.E., Peters, A. (2002) .Increased asthma medication use in association with ambient fine and ultrafine particles.*Eur Respir J.* 20: 691-702.

Künzli, N. (2002). The public health relevance of air pollution abatement.*European Respiratory Journal*;20:198-209. ISSN 0903-1936.DOI:10.1183/09031936.02.00401502. Disponível em: <http://www.erj.ersjournals.com/cgi/reprint/20/1/198.pdf>.

Medina S., Boldo E., Saklad M., Niciu E.M., Krzyzanowski M., Frank F., Cambra K., Muecke H.G., Zorilla B., Atkinson R., Le Tertre A., Forsberg B. and the contribution members of the APHEIS group. APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution and Communications Strategy. Third year report. Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice June 2005; 232 pages

Nyberg F, Gustavsson P, Jarup L, et al. (2000). Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology*; 11:487-95.

Nunes, C., Ladeira, S. (2001). Epidemiologia da asma. *Revista Portuguesa Imunoalergologia*. 9(3): 249-258.

OMS - Regional Office for Europe, Air Quality Guidelines for Europe: Copenhagen. (1987). World Health Organization Regional Publications, (European series, n. 23)

OMS - Environment and Health-The European Charter and Commentary. (1990). Gabinete Regional para a Europa. Copenhaga : Publicações Regionais da OMS, Série Europeia, n.º 35

OMS - Regional Office for Europe, Air Quality Guidelines for Europe. (2000). Copenhagen. World Health Organization Regional Publications. (European Series, No. 91)

OMS - Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution-Report of a WHO Working Group. (2000). Bilthoven, Netherlands. WHO- Regional Office for Europe. Copenhagen, 2001 EUR/01/5026342.

Disponível em: <http://www.euro.who.int/document/e74256.pdf>.

OMS - Introduction to Drug Utilization Research. (2003). WHO International Working Group for Drug Statistics Methodology, WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology, WHO Collaborating Centre for Drug Utilization Research and Clinical Pharmacological Services. Oslo. ISBN 92 4 156234.

Disponível em : <http://www.who.int/medicinedocs/en/d/Js4876e/>

OMS - Health aspects of air pollution: Results from the Who project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe". (2004). Geneva; WHO; Disponível em: <http://www.euro.who.int/document/e83080.pdf>

OMS - Regional Office for Europe. *Effects of Air Pollution on Children's Health and Development*. [2005(a)]. Bonn : European Office for Environment and Health

OMS - Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global Update. [2005(b)]. Bonn, Germany 18–20 October

OMS - Regional Office for Europe. Particulate matter air pollution: how it harms health. [2005(c)]. Fact sheet EURO/04/05 Berlin, Copenhagen, Rome, 14 April

OMS - Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases: a comprehensive approach / Jean Bousquet and Nikolai Khaltaev editors; World Health Organization 2007. ISBN 978 92 4 156346 8. Disponível em: <http://www.who.int/gard/pub>

OMS - Protecting health from climate change - World Health Day 2008 . (2008). ISBN 978 92 4 159652



Observatório Nacional de Doenças Respiratórias- Relatório do Observatório Nacional de Doenças Respiratórias.2006 s.l.: <http://www.ondr.org>

Observatório Nacional de Doenças Respiratórias-Relatório do Observatório Nacional de Doenças Respiratórias.2007 s.l. : <http://www.ondr.org/>, 2008.

Pitard Alexandre, Zeghnoun Abdelkrim, Courseaux Annabelle, Lamberty Jackie, Delmas Véronique, Fossard Jean Luc and Villet Hervé. (2004). Short-term associations between air pollution and respiratory drug sales, *Environmental Research*, Elsevier Limited

Pope, C.A. III, M.J. Thun, M.M. Namboodiri, D.W. Dockery, J.S. Evans, F.E. Speizer, C.W. Heath Jr. (1995) Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults, *Am J Respir Crit Care Med* 151, 669-74.

Pope C.A., Burnett R.T., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Ito K., Thurston G. (2002). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Journal of Air and Management Association*

Projecto EUGLOREH 2007 - O Estado da Saúde na União Europeia: Rumo a uma Europa mais saudável, Sumário Executivo. Disponível em :  
[http://www.intratext.com/ixt/\\_ExeS-Por/\\_P1.HTM](http://www.intratext.com/ixt/_ExeS-Por/_P1.HTM)

Prüss-Üstün Anette, Corvalán Carlos. (2006). Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease.World Health Organization. ISBN 92 4 159382 2

Resolução do Conselho de Ministros nº. 91/2008. Aprova o Plano Nacional de Ambiente e Saúde 2008-2013 (PNAAS)

Rodrigues F., Ferreira T. M. (2003). Epidemiologia da DPOC em Portugal. Postgraduate Medicine, Edição Portuguesa. Vol.20, Nº 4

Samet JM, Dominici F, Currier C, Coursac I, Zeger SL. (2000) .Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987–1994. *N Engl J Med*; 343: 1742–9

Seinfeld J.H.; Pandis S.N. (1997). Atmospheric chemistry and physics – From air pollution to climate change. John Wiley & Sons, inc. Wiley Interscience ISBN 0-471-17815-2.

Serra-Batlles J, Plaza V, Morejon E, Comella A, Bruges J. (1998). Costs of asthma according to the degree of severity. *Eur Resp J*;12:1322-6.

Schwartz J. (2004). Air pollution and children's health. *Pediatrics*;113:1037-43.

Schwartz J, Dockery DW. (1992). Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am. Rev. Respir. Dis.* 145:600-604.

SPAIC - Os custos económicos das doenças alérgicas. Livro Branco sobre o futuro da Imunoalergologia em Portugal no horizonte do ano 2005. Lisboa: C.B.F. Leti Ed.; 2000. Disponível em:

<http://www.spaic.pt/publicacoes/?imr=107&publicacao=41&edicao=261&fmo=pa>

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1996). Using multivariate statistics (3rd ed.). New York: Harper Collins

Tente, Hugo. Impacte das partículas em suspensão sobre a saúde humana: uma abordagem multidisciplinar para a cidade de Lisboa. Proposta de dissertação de Mestrado; Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro Universidade de Aveiro, Aveiro. 2005

Thurston, George D. (2005). The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities – Update review; *J Allergy Clin. Immunol.* Volume 115, Number 4

Tolbert Paige, Klein Mitchel, Metzger Kristina, Peel Jennifer, Flanders Dana, Todd Knox, Mulholland James P. Barry, Frumkin H.; (2000). Interim results of the study of particulates and health in Atlanta (SOPHIA) *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 10, 446–460. 10.1038/sj.jea.7500106

US EPA- Evaluating Exposures to Toxic Air Pollutants: A Citizen's Guide. EPA 450/3-90-023. 1991

US EPA - The Inside Story: A Guide to indoor Air Quality. Office of Radiation and Indoor Air, EPA 402-K-93-007, Abril 1995.

US EPA - National Air Quality and Emissions Trends Report, 1996. EPA-454/R-97-013. January, 1998.

Vallero, Daniel . (2007). Fundamentals of air pollution . London: Academic Press, cop. 968 p.: il.. ISBN 978-0-12-373615-4

Vegni, F. E., Castelli, B., Auxilia, F., Wilkinson, P. (2005). Air pollution and respiratory drug use in the city of Como, Italy. *European Journal of Epidemiology* (Vol. 20) (No. 4) 351-358 .

Zeghnoun A., Beaudeau P., Carrat F., et al. (1999). Air pollution and Respiratory drug sales in the city of Le Havre, France, 1993–1996. *Environ. Res.* 81, 224–230.

Zielinski J., Bednarek M., Gorecka D., Viegli G., Hurd S. S., Fukuchi Y., Lai C. K. W., Ran P. X., Ko, F W. S., Liu S. M., Zheng J. P., Zhong N. S., Ip M. S. M., Vermeire, P. (2006). A. Increasing COPD awareness. *Eur Respir J* ;27:833–852.

**URL:**

URL1: <http://www.toxnet.com.br>

URL2: <http://www.apheis.net/>

URL3: <http://www.sapaldia.net/en/content/view/88/305/>

URL4: <http://www.qualar.org>.

URL5: <http://www.meteo.pt>

URL6: INE - <http://www.ine.pt> Estatísticas dos Estabelecimentos de Saúde. 2003-2007. Indicadores Demográficos 2003-2007. Estatísticas das Farmácias(2003-2007). Estatísticas do Pessoal de Saúde (2003-2007). Janeiro 2009. Estimativas Anuais da População Residente; 2008.

## **ANEXOS**

# ANEXO I

## Temperaturas médias mensais e precipitação total por localidade

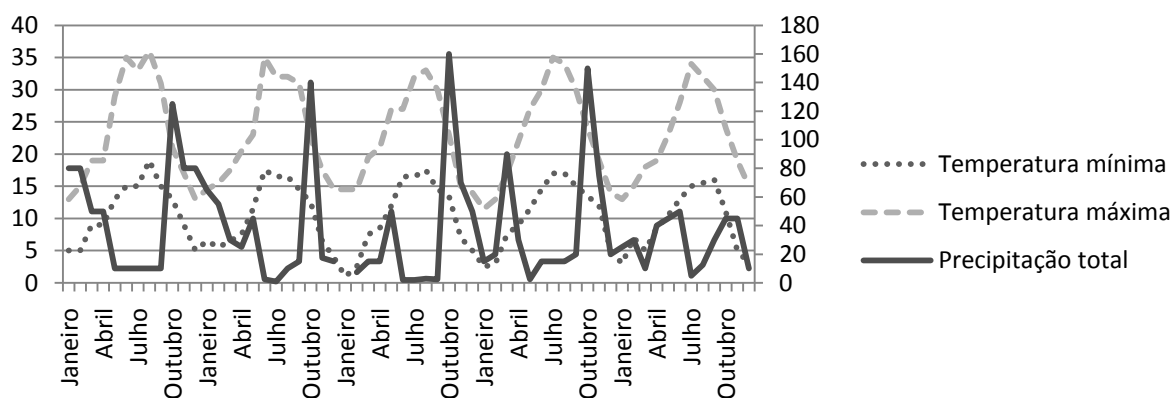


Figura 26: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho do Alandroal (2003-2007)

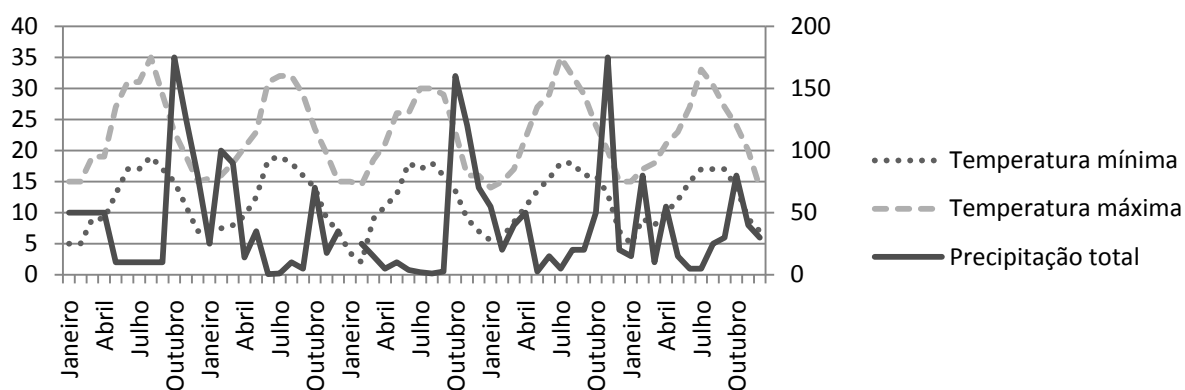


Figura 27: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Alcoutim (2003-2007)

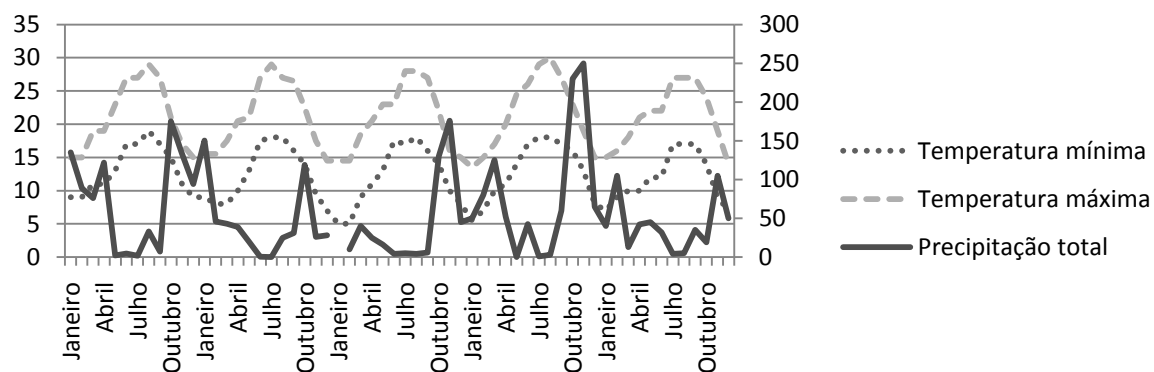


Figura 28: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho da Amadora (2003-2007)

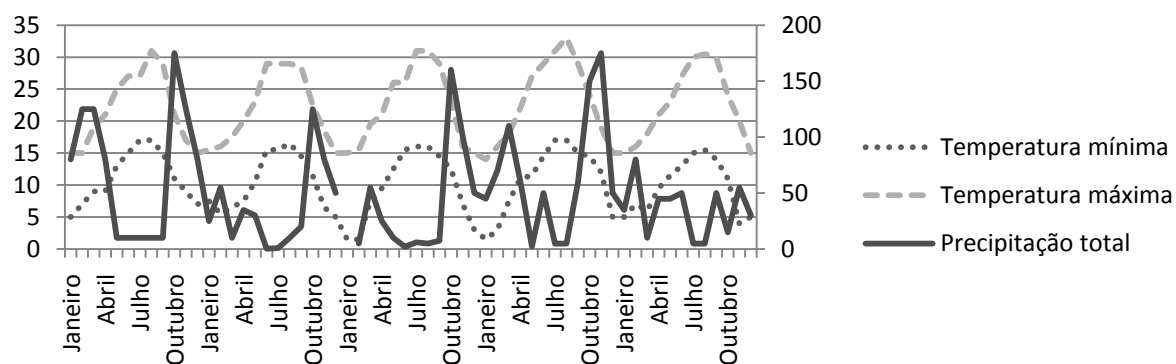


Figura 29: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho da Chamusca (2003-2007)

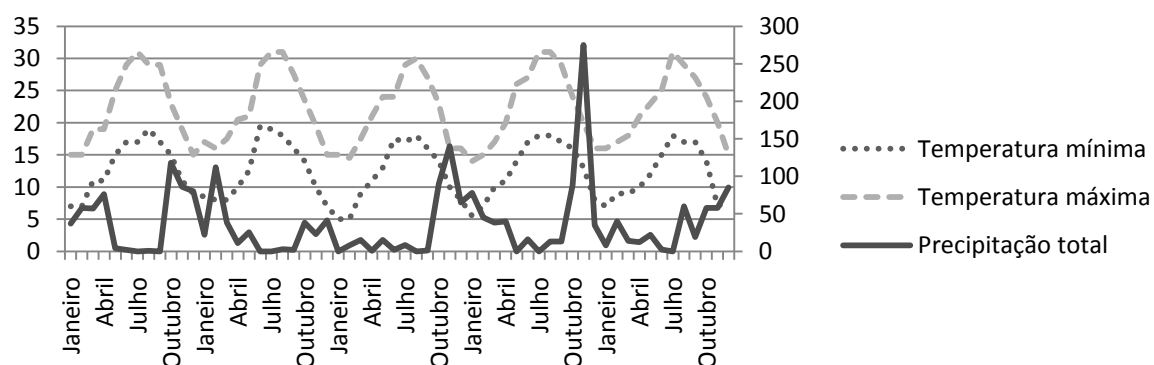


Figura 30: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Faro (2003-2007)

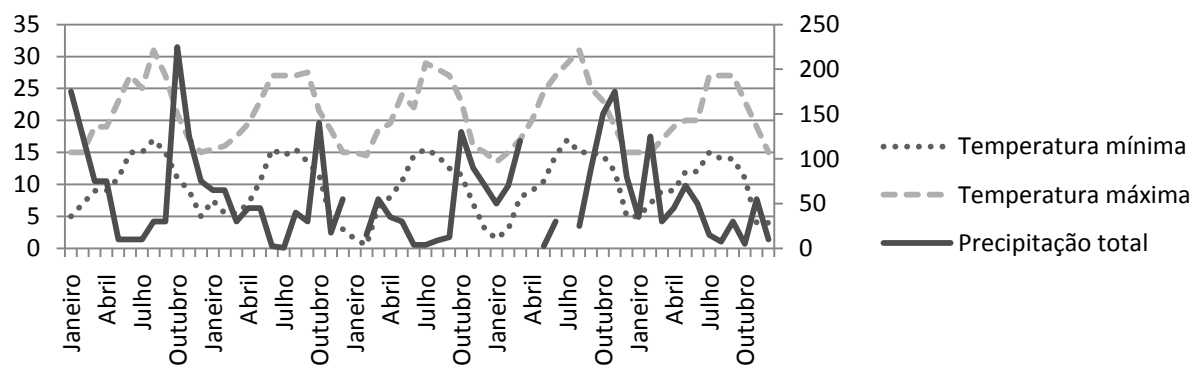


Figura 31: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Leiria (2003-2007)

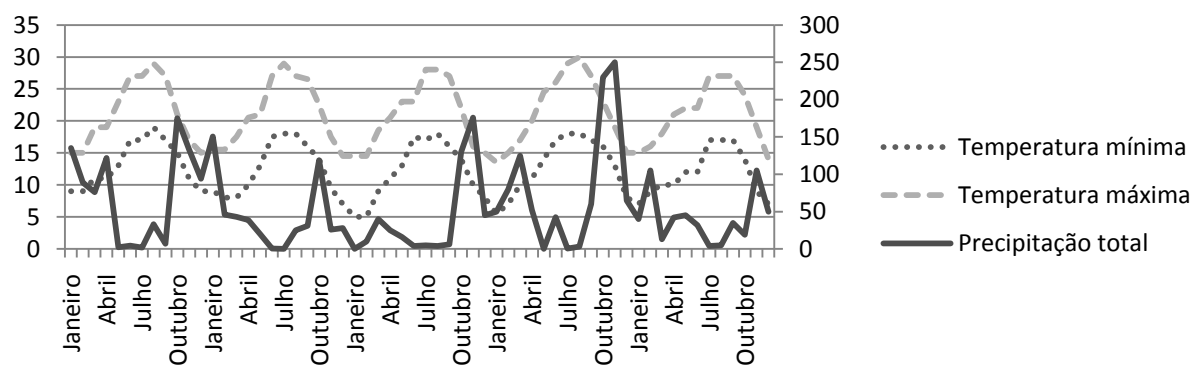


Figura 32: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Lisboa (2003-2007)

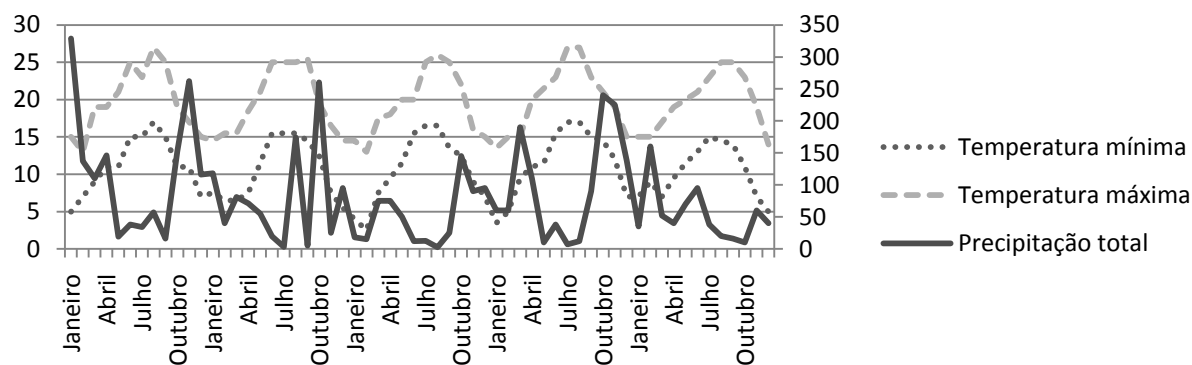


Figura 33: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Maia (2003-2007)

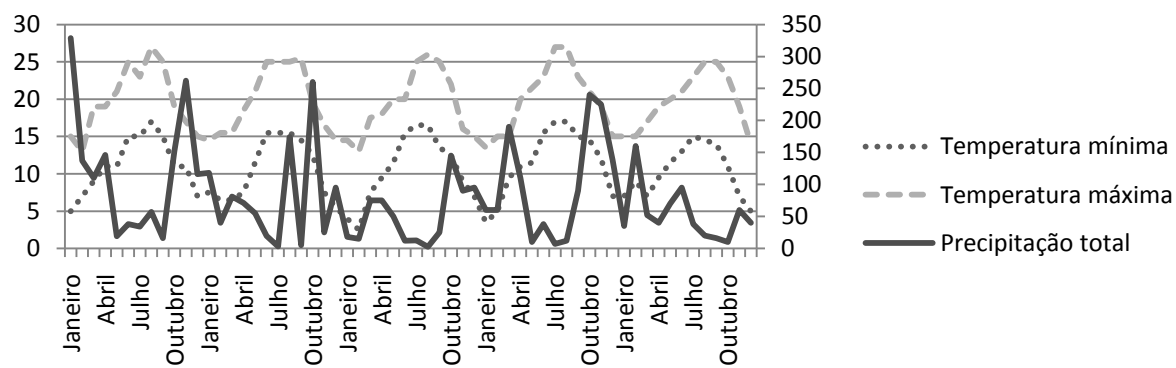


Figura 34: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho do Porto (2003-2007)

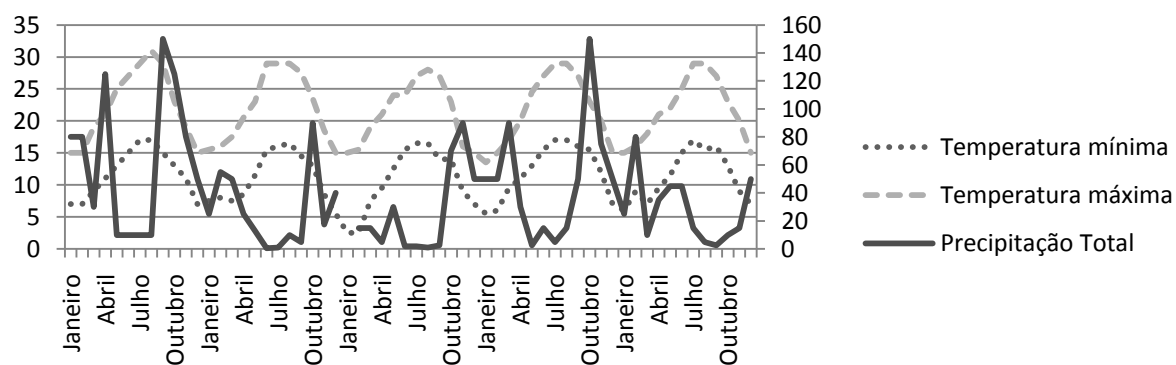


Figura 35: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Santiago do Cacém (2003-2007)

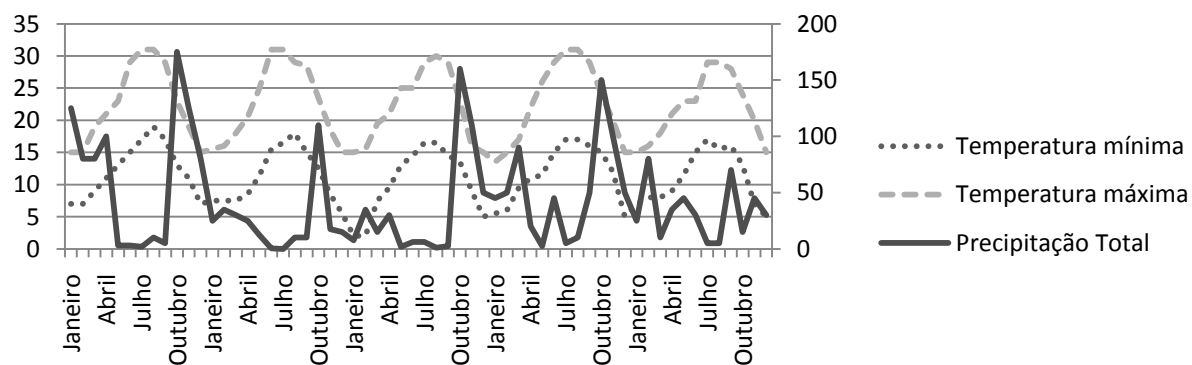


Figura 36: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Setúbal (2003-2007)



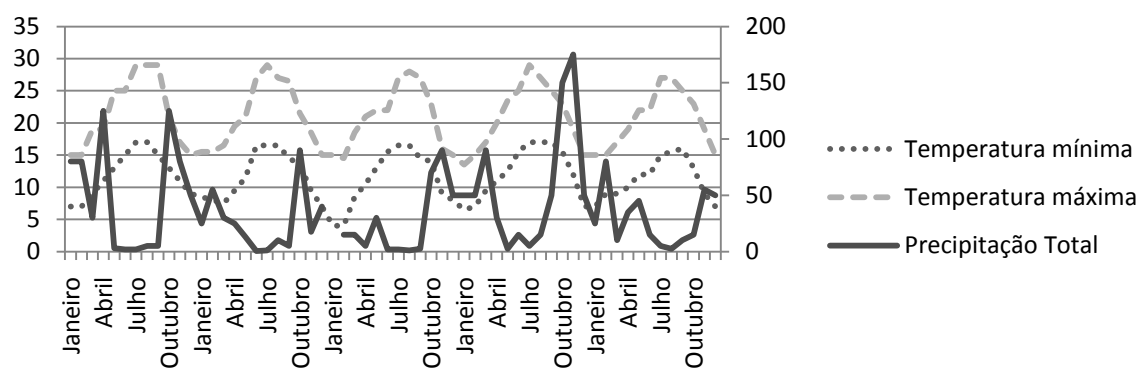


Figura 37: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Sines (2003-2007)

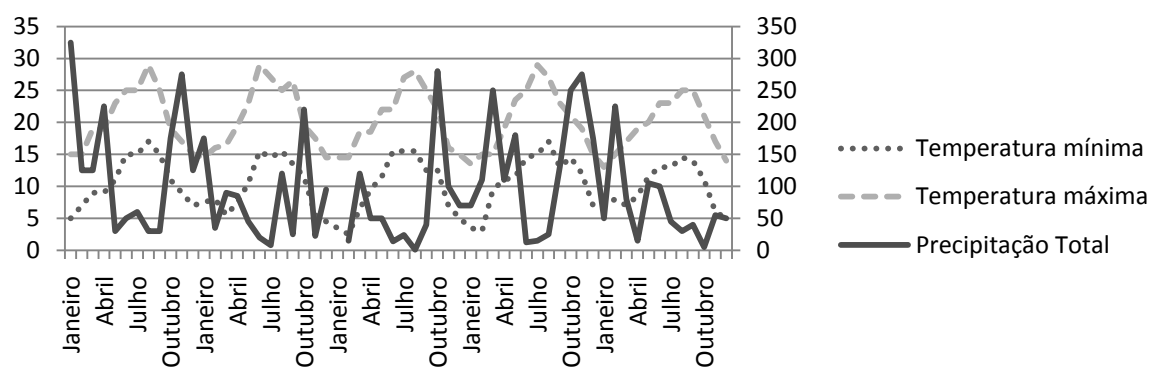
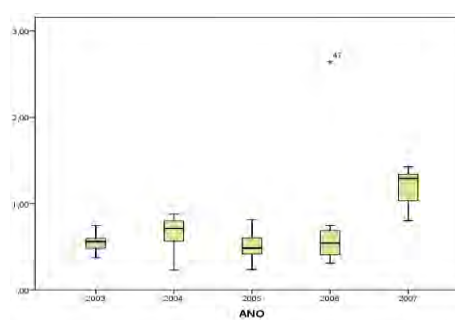
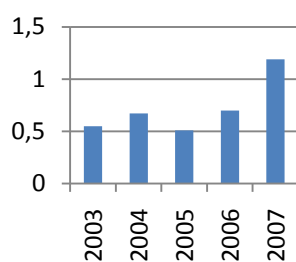
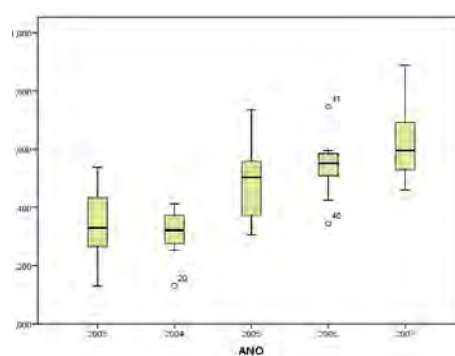
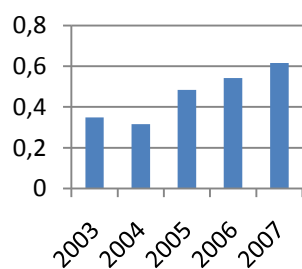


Figura 38: Gráfico da evolução mensal da temperatura mínima e da precipitação total no concelho de Viana do Castelo (2003-2007)

## ANEXO II

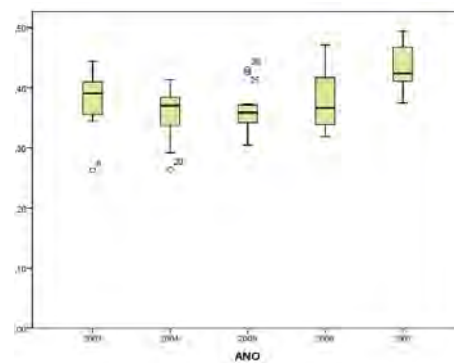
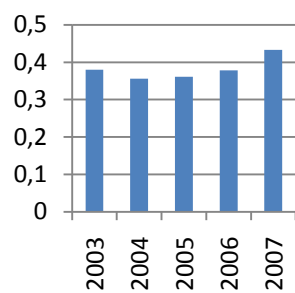
Análise descritiva da variável consumo *per capita* de medicamentos por localidade e Ano (Histograma e caixa de bigodes do consumo médio *per capita* de medicamentos por ano e localidade)

Alandroal

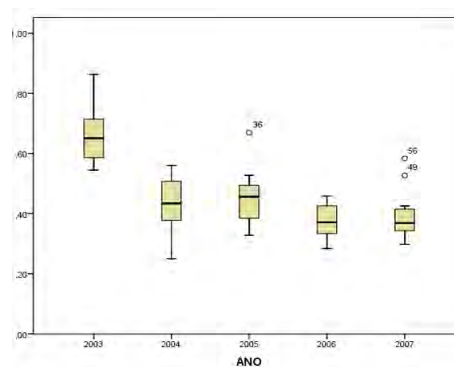


Alcoutim

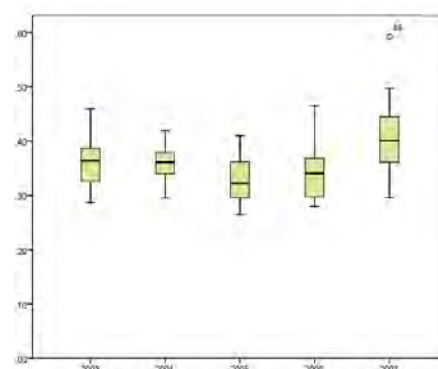
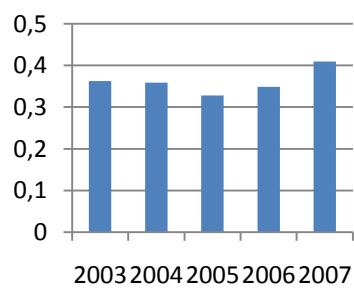
## Amadora



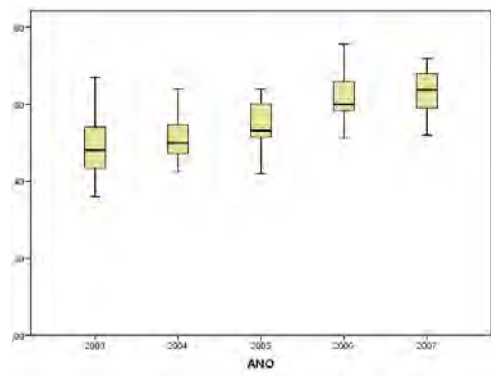
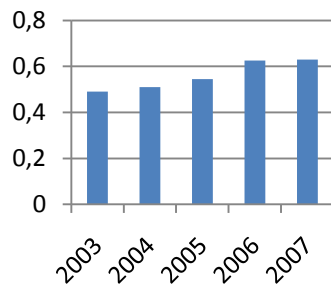
## Chamusca



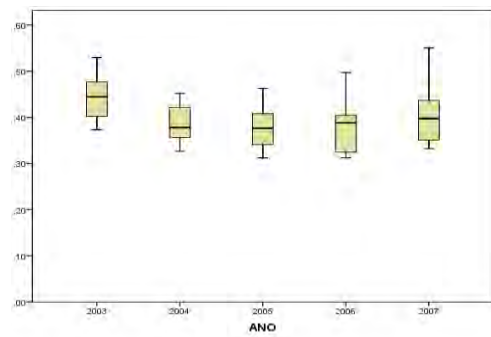
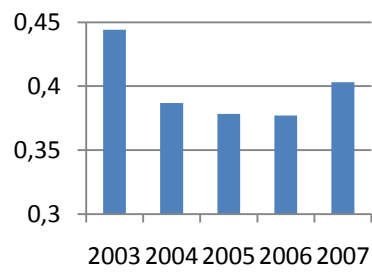
## Estarreja



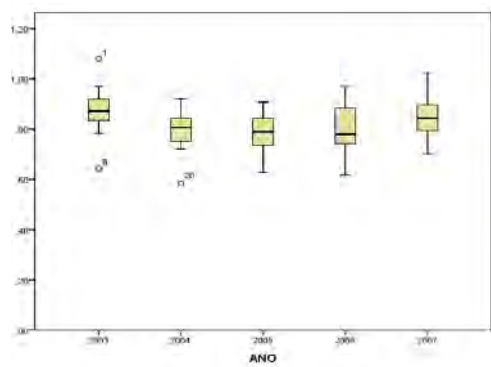
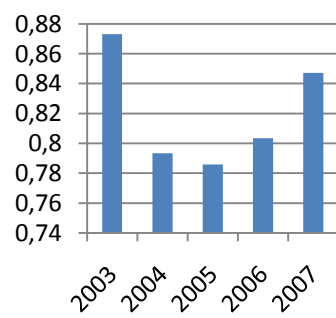
### Faro



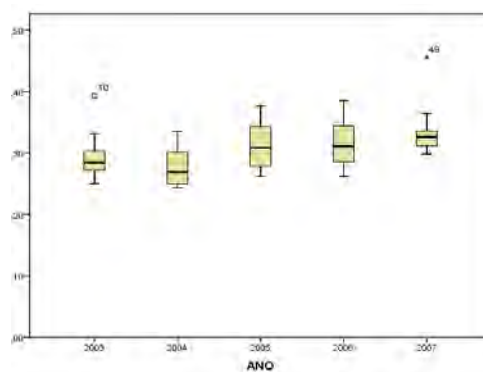
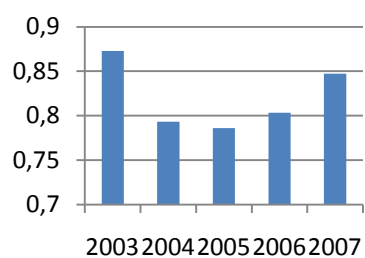
### Leiria



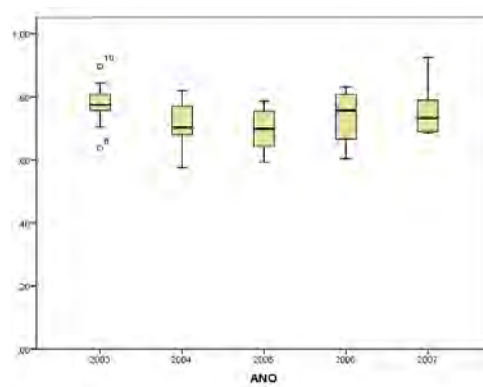
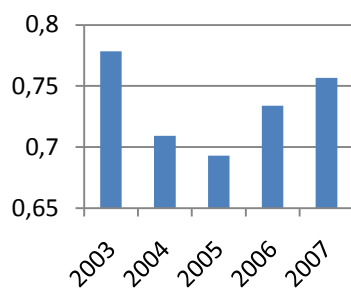
### Lisboa



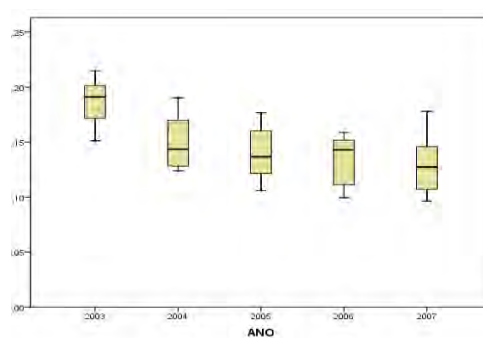
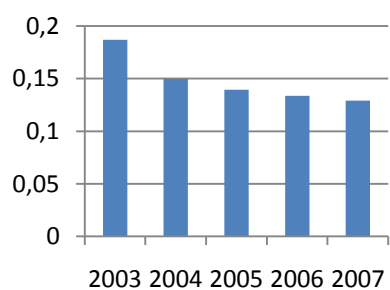
### Maia



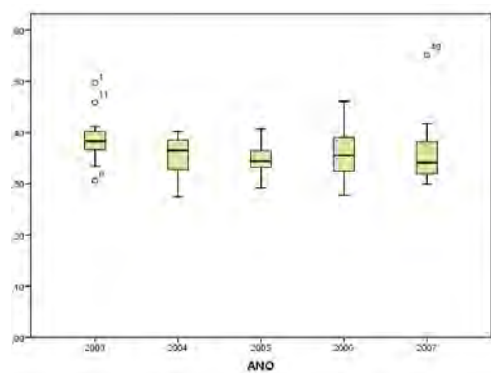
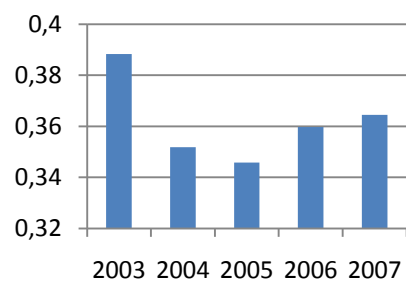
### Porto



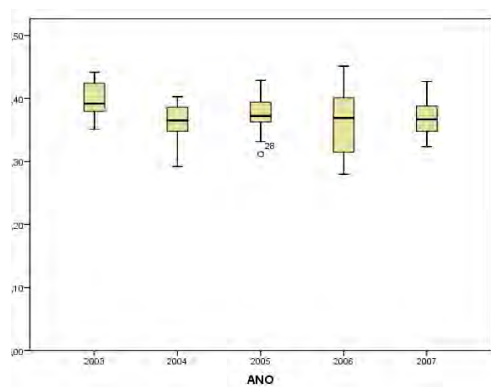
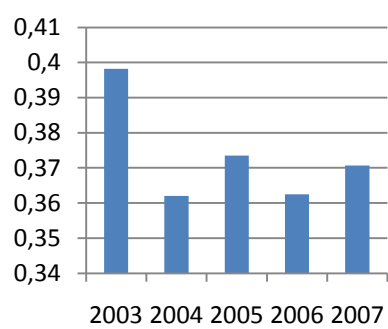
### Santiago do Cacém



## Setúbal



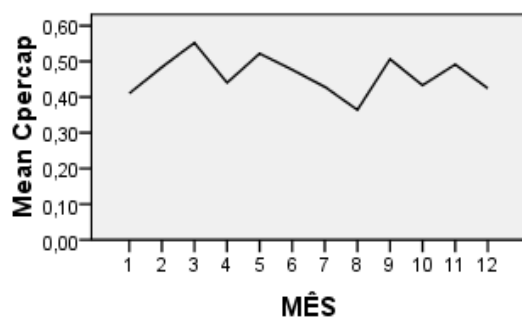
## Viana do Castelo



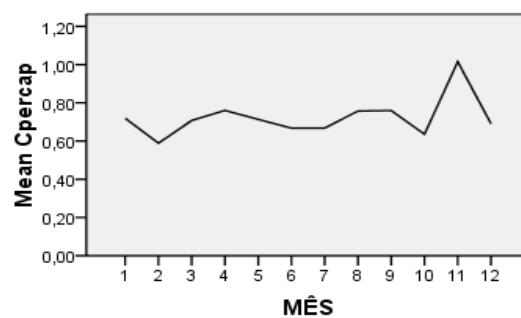
## ANEXO III

Consumo de medicamentos médio *per capita* por localidade/mês

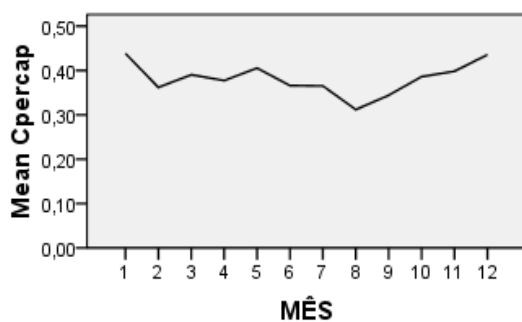
Alandroal



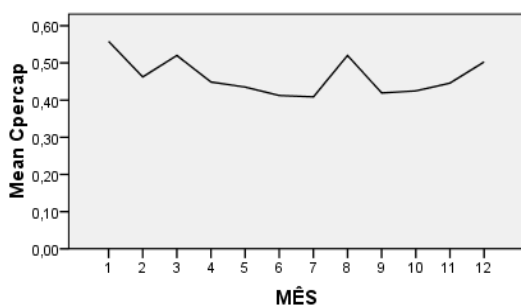
Alcoutim



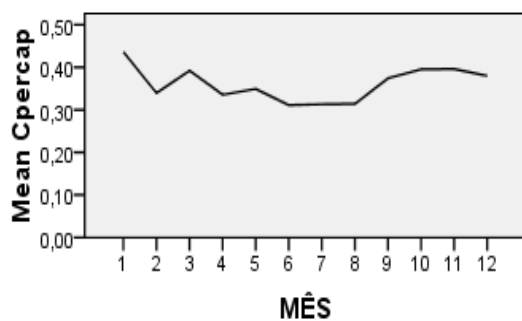
Amadora



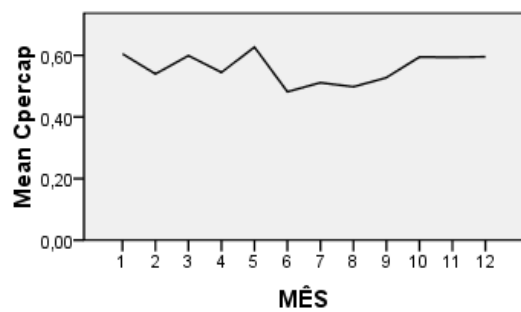
Chamusca



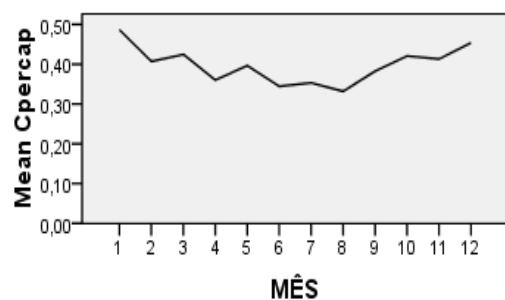
Estarreja



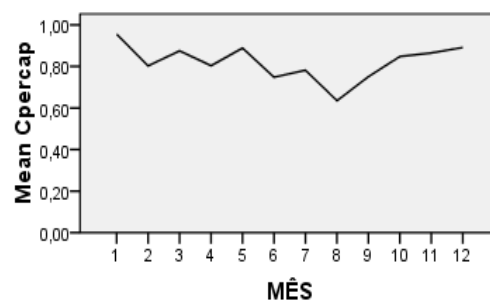
Faro



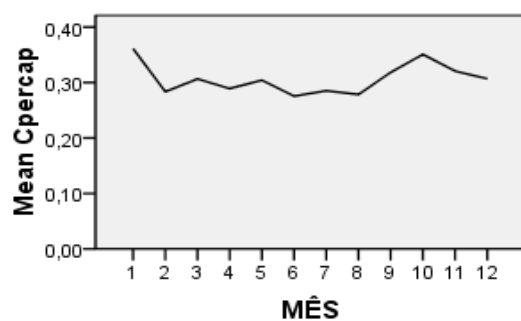
Leiria



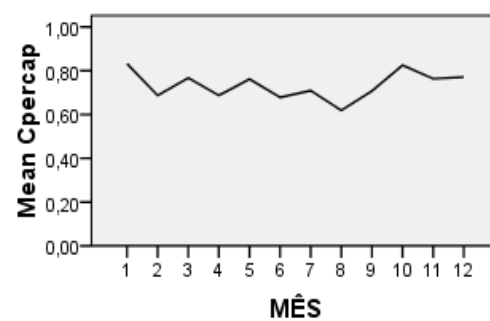
Lisboa



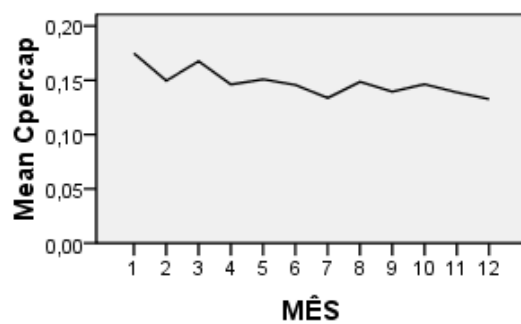
Maia



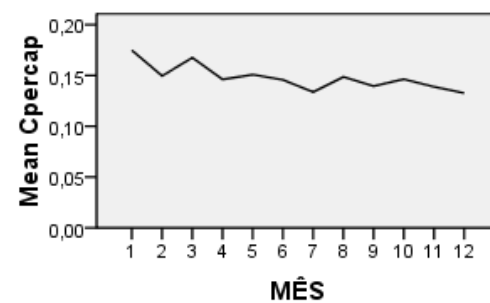
Porto



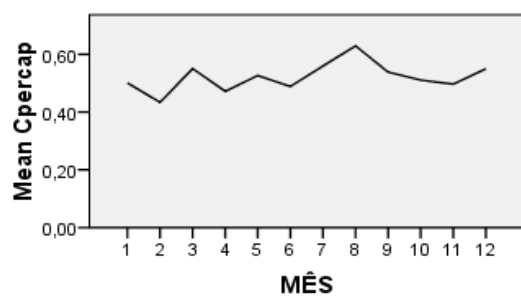
Santiago do Cacém



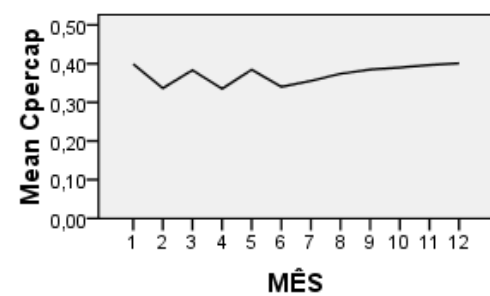
Setúbal



Sines



Viana do Castelo





## ANEXO IV

Análise descritiva do consumo médio de broncodilatadores e antiasmáticos na população sensível (crianças e idosos) (*cpercap2*)

Tabela III-1 : Análise descritiva dos valores da variável consumo médio mensal na população sensível (2003-2007) para os catorze concelhos do estudo

|               | Alcoutim         | Amadora          | Chamusca         | Estarreja        | Faro              | Leiria | Lisboa | Maia             | Porto             | Santiago Cacem | Setúbal          | Sines             | Viana Castelo    |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------|--------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Média         | 1,55             | 1,23             | 1,31             | 1,09             | 1,80              | 1,17   | 2,20   | 1,02             | 2,20              | ,45            | 1,16             | 1,71              | 1,17             |
| Mediana       | 1,35             | 1,21             | 1,22             | 1,08             | 1,82              | 1,14   | 2,19   | 1,00             | 2,19              | ,44            | 1,16             | 1,68              | 1,18             |
| Moda          | ,48 <sup>a</sup> | ,86 <sup>a</sup> | ,71 <sup>a</sup> | ,80 <sup>a</sup> | 1,18 <sup>a</sup> | 1,23   | 2,36   | ,82 <sup>a</sup> | 1,73 <sup>a</sup> | ,33            | ,88 <sup>a</sup> | 1,25 <sup>a</sup> | ,88 <sup>a</sup> |
| Desvio Padrão | ,84              | ,15              | ,37              | ,19              | ,27               | ,17    | ,26    | ,13              | ,23               | ,09            | ,17              | ,22               | ,12              |

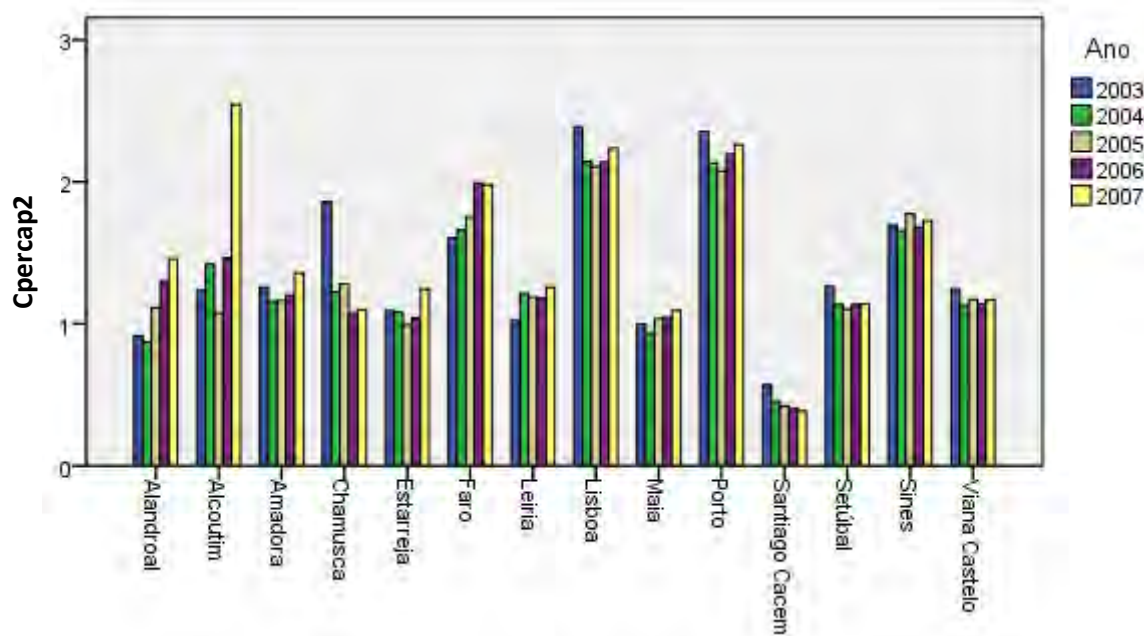


Gráfico III-2: Consumo médio de medicamentos na população sensível por localidade/ano

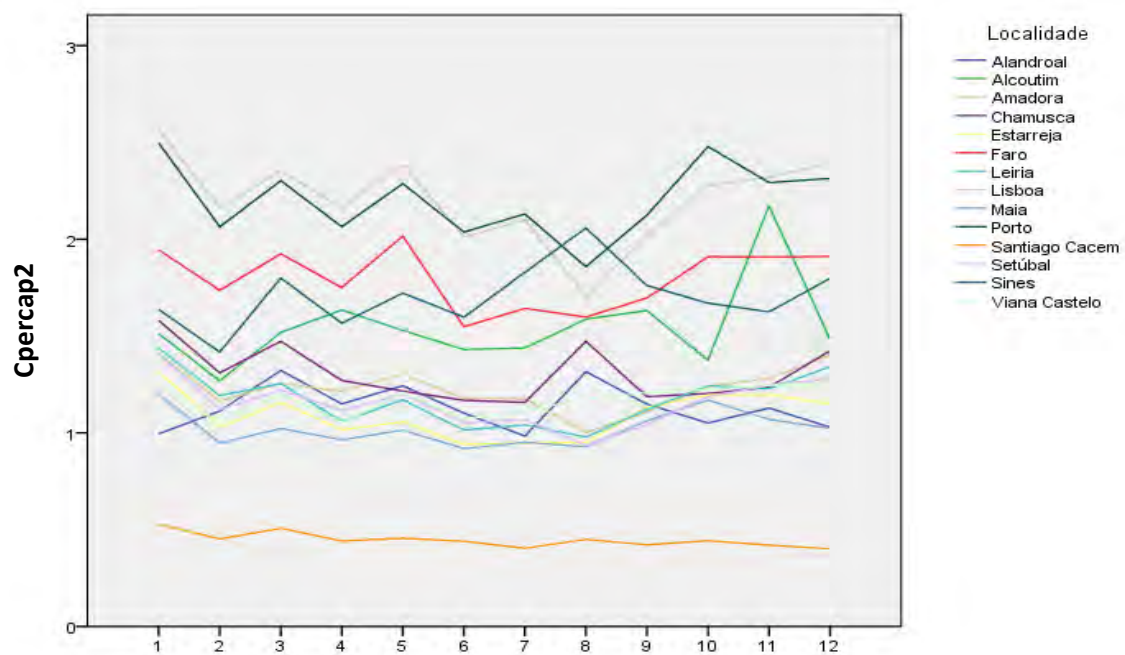


Gráfico III-3: Consumo médio de medicamentos na população sensível por localidade/mês